

# 近畿中国四国農業研究センター研究報告 第2号

所長 原田 節也

## 編集委員会

編集委員長	仙北 俊弘	
委員	氏原 和人	小池 俊吉
	野中 瑞生	長野間 宏
	岡崎 紘一郎	小川 紹文
	東 正昭	四方 平和
	大石 孝雄	安武 正史
	小金澤 碩城	川本 治
	安井 健	吉川 弘恭
	池田 順一	佐藤 節郎
	寺上 信正	上杉 かおる

---

BULLETIN  
of THE NATIONAL AGRICULTURAL RESEARCH CENTER  
for WESTERN REGION  
No. 2

Setsuya HARADA, Director General

## EDITORIAL BOARD

Toshihiro SENBOKU, Chairman

Kazuto UJIHARA

Mizuo NONAKA

Kouichirou OKAZAKI

Tadaaki HIGASHI

Takao OISHI

Hiroki KOGANEZAWA

Takeshi YASUI

Jun-ichi IKEDA

Nobumasa TERAUE

Toshikichi KOIKE

Hiroshi NAGANOMA

Tsugufumi OGAWA

Hirakazu SHIKATA

Tadashi YASUTAKE

Osamu KAWAMOTO

Hiroyasu YOSHIKAWA

Seturo SATO

Kaoru UESUGI

# 近畿中国四国農業研究センター研究報告

## 第2号

(平成15年3月)

### 目 次

耐倒伏高品質裸麦新品種「マンテンボシ」の育成 土井芳憲・藤田雅也・松中 仁・高山敏之・伊藤昌光・石川直幸・ 片山 正・神尾正義・土門英司・杉浦 誠……………	1
ヒリュウ実生の生育に及ぼす育苗土の種類とリン酸施用の影響 瀧下文孝・内田 誠・草場新之助……………	13
露地栽培のコマツナおよびハクサイに対する防虫ネットトンネルと太陽熱処理の併用効果 熊倉裕史・長坂幸吉・中川 泉・藤原隆広・田中和夫……………	27
里地放牧が肉用牛繁殖経営と中山間地域の農用地利用に及ぼす効果 千田雅之・谷本保幸・小山信明……………	41
グラム陰性食中毒細菌に対する小麦 $\alpha$ -チオニンとキレート剤の相乗殺菌効果 (英文) 老田 茂……………	59
ハウレンソウの減化学肥料ビニルハウス栽培農家土壌の実態 — 京都府夜久野町の事例 — 堀 兼明・浦嶋泰文・塩見文武・太田雅也……………	67
飼料用水稲新品種「ホシアオバ」の育成 前田英郎・春原嘉弘・飯田修一・松下 景・根本 博・石井卓朗・吉田泰二・ 中川宣興・坂井 真・星野孝文・岡本正弘・篠田治躬……………	83
飼料用水稲新品種「クサノホシ」の育成 春原嘉弘・飯田修一・前田英郎・松下 景・根本 博・石井卓朗・吉田泰二・ 中川宣興・坂井 真・星野孝文・岡本正弘・篠田治躬……………	99

**BULLETIN**  
**of THE NATIONAL AGRICULTURAL RESEARCH CENTER**  
**for WESTERN REGION**

No. 2 March 2003

CONTENTS

- Breeding of a Lodging Tolerant High Quality New Naked Barley Cultivar “Mantenboshi”  
Yoshinori DOI, Masaya FUJITA, Hitoshi MATSUNAKA, Toshiyuki TAKAYAMA,  
Masamitsu ITO, Naoyuki ISHIKAWA, Tadashi KATAYAMA, Masayoshi KAMIO,  
Eiji DOMON and Makoto SUGIURA ..... 1
- Influences of soil type and phosphate application on the growth of  
‘Flying Dragon’ trifoliolate orange seedlings  
Fumitaka TAKISHITA, Makoto UCHIDA and Shinnosuke KUSABA ..... 13
- Efficacy of Physical Barrier of Cheesecloth Tunnel-covering together with  
Solarization for Insect Pests Control on Komatsuna and Chinese Cabbage  
Hiroshi KUMAKURA, Koukichi NAGASAKA, Izumi NAKAGAWA,  
Takahiro FUJIWARA and Kazuo TANAKA ..... 27
- Economical results of Grazing on Less-utilized Arable Fields in LFAs  
Masayuki SENDA, Yasuyuki TANIMOTO and Nobuaki KOYAMA ..... 41
- Synergistic Bactericidal Effect of  $\alpha$ -Purothionin and Chelating Agents for  
Gram-negative Food-poisoning Bacteria  
Shigeru OITA ..... 59
- Soil Characteristics in the Field of Continuous Mono-cropping of Spinach in  
Vinyl House with Low Input of Chemical Fertilizer  
Kaneaki HORI, Yasufumi URASHIMA, Humitake SHIOMI and Masaya OHTA ..... 67
- A New Rice Cultivar for Whole Crop Silage, “Hoshiaoba”  
Hideo MAEDA, Yoshihiro SUNOHARA, Shuichi IIDA, Kei MATSUSHITA,  
Hiroshi NEMOTO, Takuro ISHII, Taiji YOSHIDA, Nobuoki NAKAGAWA,  
Makoto SAKAI, Takafumi HOSHINO, Masahiro OKAMOTO and Harumi SHINODA ... 83
- A New Rice Cultivar for Whole Crop Silage, “Kusanohoshi”  
Yoshihiro SUNOHARA, Shuichi IIDA, Hideo MAEDA, Kei MATSUSHITA,  
Hiroshi NEMOTO, Takuro ISHII, Taiji YOSHIDA, Nobuoki NAKAGAWA,  
Makoto SAKAI, Takafumi HOSHINO, Masahiro OKAMOTO and Harumi SHINODA ... 99

# 耐倒伏高品質裸麦新品種「マンテンボシ」の育成

土井芳憲・藤田雅也\*・松中 仁・高山敏之・伊藤昌光\*\*  
石川直幸\*\*\*・片山 正\*\*・神尾正義\*\*\*\*・土門英司\*\*\*\*\*・杉浦 誠\*

Key words：裸麦、新品種、マンテンボシ、耐倒伏性、整粒歩合、粒揃い、精麦品質

## 目 次

I 緒 言	1	5 固定度	5
II 育種目標と育成経過	2	IV 系統適応性検定試験	8
1 育種目標	2	V 奨励品種決定調査	8
2 育成経過	3	VI 栽培適地および栽培上の注意	8
III 特 性	4	VII 命名の由来	8
1 生産力検定試験	4	VIII 摘 要	8
2 特性検定試験	4	引用文献	10
3 品質特性	4	付表（育成従事者）	10
4 形態的特性および生態的特性	5	Summary	11

## I 緒 言

現在、裸麦は西日本を中心に約5,900ヘクタール栽培され、その約九割が平成4(1992)年に四国農業試験場が育成した品種「イチバンボシ」<sup>1)</sup>で占められている。現在、裸麦は農家栽培の後、精麦工場で精麦(搗精)され、主食用もあるが、主に麦味噌に加工されている。また、精麦しない用途として麦茶もある。

麦味噌の製造業者は多くあり、各業者は各自特徴ある味噌を製造しており、精麦工場から供給されて来る裸麦品種が「イチバンボシ」に限られている現状よりも味噌原料麦品種が多数あることを望むようになってきた。その理由は多様な味噌原料麦の中から選定した原料を使用して自らの特徴を出した麦味噌を製造しようとするからである。そのために「イ

チバンボシ」に追加して新たな裸麦品種の普及が必要になってきた。

また、一次加工である精麦業界は味噌等の二次加工業界の要望に答えるとともに精麦原料麦の高品質化を望む必要から原麦品質が優れ、かつ高精麦品質の新たな裸麦品種の普及を望むこととなった。

さらに、農家等生産側では「イチバンボシ」の生産性は良好と評価しつつも、耐倒伏性等の栽培特性および生産物の良質性の一段と改良された新品種の導入を望んでいる。

このような背景の下に、この度近畿中国四国農業研究センター四国研究センター(所在地善通寺市)にある裸麦育種研究室で耐倒伏性に優れた高品質な裸麦新品種「マンテンボシ」を育成したので報告する。

(平成13年12月10日受理)

作物開発部(四国)

\* 現作物研究所

\*\*\* 現近畿中国四国農業研究センター(福山)

\*\*\*\*\* 現九州沖縄農業研究センター

\*\* 現善通寺市在住

\*\*\*\* 現土浦市在住

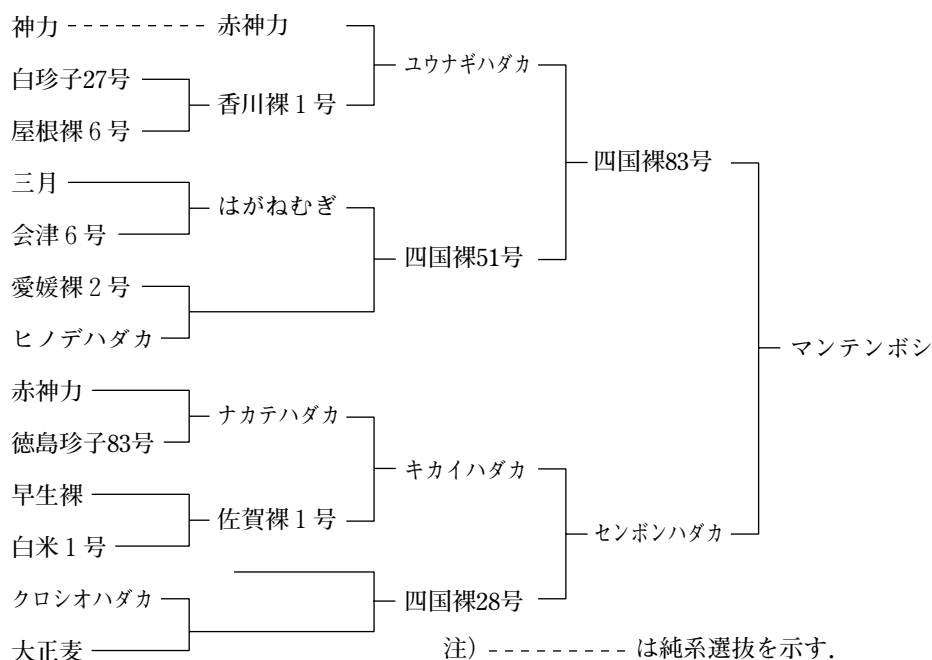
本報告をとりまとめるに当たり、長年にわたり育成現場で多大な支援をいただいた当研究センター業務科職員各位および非常勤職員各位に対し心から感謝申し上げます。また、特性検定試験，系統適応性検定試験，奨励品種決定調査等を担当された関係県農業試験場の各位に対し心から感謝申し上げます。

## II 育種目標と育成経過

### 1 育種目標

育成の系譜は第1図の通りであり，交配両親の特性は第1表に示す通りである。この交配において以下の育種目標を立てた。即ち，その第一は作物育種

の永遠の育種目標であるところの良質性および多収性である。そして，本品種の開発に当たっての良質性の主目標は精麦品質であった。また，外観品質等も良品質性の目標とした。次に，農家栽培において要望されている耐倒伏性の改良は極めて重要な育種目標であり，早生や大麦縞萎縮病耐病性も重要な育種目標であった。尚，当研究室裸麦育種グループでは育種への取り組み方として，交配に用いた両親の中間型の選抜を志向するのではなく，種々の形質について両親より優れていることを期待するところの超越育種を選抜の心掛けとしており，それが育種における価値の創造であると考えている。



第1図 マンテンボンの育成系譜

第1表 両親の特性

系統 または 品種	叢性	稈長	穂長	穂数	千粒重	原麦粒の 見かけの 品質		稈・穂 の別	播性	出穂期	成熟期
						中上	中上				
四国裸83号	中	中	中	中	中	中上	中上	稈	IV	中	やや早
センボンハダカ	やや直立	やや短	やや短	多	やや小	中上	中上	穂	V	やや早	やや早

系統 または 品種	収量性	耐倒 伏性	搗精 時間	精麦 白度	縞萎 縮病	赤かび 病	うどん こ病
四国裸83号	多	やや強	やや短	大 <td>中 <td>中 <td>中</td> </td></td>	中 <td>中 <td>中</td> </td>	中 <td>中</td>	中
センボンハダカ	多	強	やや長	やや大	やや強 <td>中</td> <td>やや強</td>	中	やや強

年度	昭和60	昭和61	昭和62	昭和63	平成元	平成2	平成3	平成4	平成5	平成6	平成7	平成8	平成9	平成10	平成11	平成12	
世代	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	
交配		F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>3</sub>	F <sub>4</sub>	F <sub>5</sub>	F <sub>6</sub>	F <sub>7</sub>	F <sub>8</sub>	F <sub>9</sub>	F <sub>10</sub>	F <sub>11</sub>	F <sub>12</sub>	F <sub>13</sub>	F <sub>14</sub>	F <sub>15</sub>	F <sub>16</sub>
系統群数	93粒	60個体	1300個体	800個体	3000個体	126	27	20	8	2	2	1	1	1	1	1	1
系統数						69	84	32	8	10	10	5	5	5	5	5	5
系統群数						20	8	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1
系統数						20	8	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1
個体数					126	69	84	32	8	10	10	5	5	5	5	5	5
生産力検定予備試験								標準	標準								
生産力検定本試験										標準多肥	標準多肥	標準多肥	標準多肥	標準多肥	標準多肥	標準多肥	標準多肥
系統適応性検定試験									6	2							
特性検定試験									2	3	3	4	6	2	7	4	
奨励品種決定調査											8	13	12	10	8	8	
備考		F <sub>2</sub> 、F <sub>3</sub> を温室内で栽培					四R系 1350				四国裸 98号						

第2図 マンテンボシの育成経過

2 育成経過

本品種の育成経過は第2図に示す通りである。昭和60（1985）播種年度（以下の年度は播種年度で示す）の昭和61（1986）年4月に四国農業試験場圃場において「四国裸83号」×「センボンハダカ」の人工交配を行い、93粒の種子を得た。昭和61（1986）年度にF<sub>1</sub>を圃場に栽培し、昭和62（1987）年度にF<sub>2</sub>およびF<sub>3</sub>を温室内で雑種集団として世代促進栽培した。昭和63（1988）年度にF<sub>4</sub>を圃場で雑種集団として栽培し126穂を穂選抜した。平成元（1989）年度以降、系統栽培に移し選抜を加えた。平成3（1991）および4（1992）年度に生産力検定予備試験に供試し、平成5（1993）年度以降生産力検定本試験に供試した。平成3（1991）年度に四R系1350の収量試験番号を付け、平成7（1995）年度に「四国裸98号」の地方番号系統名を付けた。その間、平成5（1993）及び6（1994）年度に系統適応性検定試験を関係県農業試験場で実施し、平成5（1993）年度以降特性検定試験を関係県農業試験場等で実施した。平成7（1995）年度以降奨励品種決定調査を関係県農業試験場で実施して来た。その結果、香川県及び愛媛県で平成13（2001）年度より奨励品種に採用されることとなった。

本系統は平成12（2000）年11月に「マンテンボシ」の名前での名称承認と同名称での種苗法の品種登録の出願を行って来たものである。出願の公表は平成13（2001）年

7月であった。命名登録については平成13（2001）年11月の農作物新品種命名登録評価検討会で審査決定され、同年12月の官報に裸麦農林33号「マンテンボシ」として掲載されて完了した。登録時点の平成13（2001）播種年度における世代はF<sub>17</sub>である。

第2-1表 生産力検定試験における生育調査

品種	試験年度	出穂期 月.日	成熟期 月.日	稈長 cm	穂長 cm	穂数 本/m <sup>2</sup>	倒伏 程度	発病程度		
								萎縮病	うどんこ病	黄化症状
マンテンボシ	1993	4.7	5.20	84	4.8	712	0	0	1.4	0.4
イチハソボシ	~2000	4.4	5.19	86	5.1	719	1.1	0	1.6	0.3
ヒノデハダカ	年度平均	4.6	5.18	82	4.7	707	0.5	2.3	1.4	2.5
マンテンボシ	1993	4.7	5.20	84	4.8	760	0.3	0	1.3	0.6
イチハソボシ	~2000	4.4	5.18	86	5.0	804	1.8	0	1	0.7
ヒノデハダカ	年度平均	4.6	5.18	87	4.9	729	1.1	1.8	1.3	2.2

注) 倒伏程度、発病程度は0（無）～5（甚）の6段階。  
上段は標肥栽培、下段は多肥栽培。  
全面全層播栽培による。

第2-2表 生産力検定試験における収穫物調査

品種	試験年度	子実 kg/a	対標 準比 %	リットル 重 g	千粒 重 g	外観 品質	粒大	粒色	粒形	原麦		
										白度 %	歩留 %	白度 %
マンテンボシ	1993	62.9	99	830	29.1	3.3	5.5	2.4	4.4	14.2	49.8	45.5
イチハソボシ	~2000	63.7	100	830	29.2	3.5	5.5	2.5	5.4	14.5	50.5	46.1
ヒノデハダカ	年度平均	48.5	76	826	26.9	5.1	5	3.6	5.0	13.1	53.7	43.6
マンテンボシ	1993	66.7	99	824	28.9	3.4	5.5	2.6	4.6	13.8	50.8	44.1
イチハソボシ	~2000	67.4	100	821	28.2	3.4	5.6	2.4	5.4	13.8	51.3	45.3
ヒノデハダカ	年度平均	57.7	86	825	27.4	4.8	5.0	3.5	5.0	13.0	54.5	42.7

注1) 外観品質：1（上の上）、2（上の中）、3（上の下）、4（中の上）、5（中の中）、6（中の下）、7（下の上）、8（下の中）、9（下の下）  
2) 粒 大：2（極小）、3（小）、4（やや小）、5（中）、6（やや大）、7（大）、8（極大）  
3) 粒 色：0（白）、1（淡黄）、2（黄）、3（黄褐）、4（褐）、5（赤褐）、6（赤）、7（赤紫）、8（紫）、9（濃紫）  
4) 粒 形：2（極円）、3（円）、4（やや円）、5（中）、6（やや長）、7（長）、8（極長）  
上段は標肥栽培、下段は多肥栽培。  
全面全層播栽培による。

## Ⅲ 特 性

## 1 生産力検定試験

生産力検定試験の結果は第2-1表および第2-2表に示す通りである。「マンテンボシ」は「イチバンボシ」と比べて出穂期は3日遅く、成熟期は1~2日遅い。稈長は2cm短く、穂長は2~3mm短い。穂数はやや少なく、倒伏に強い。うどんこ病にやや弱く、黄化症状は同程度に少ない。

子実重, リットル重, 千粒重, 外観品質, 粒大および粒色は「イチバンボシ」と同程度で粒形はやや丸い。搗精試験結果は, 概ね「イチバンボシ」並に軟質で高白度である。

## 2 特性検定試験

特性検定試験の結果は第3-1表, 第3-2表および第3-3表に示す通りである。「マンテンボシ」は赤かび病に“中”, 縞萎縮病に“やや強”, うどんこ病に“やや弱”, 凍上性は“弱”, 耐湿性は“中”, 穂発芽性は“やや難”, 稈の挫折は“やや強”, 播性程度は“Ⅳ”の秋播型である。

## 3 品質特性

整粒歩合について生産力検定試験の結果を第4-1表に, ドリル播施肥試験の結果を第4-2表に示す。即ち, 「マンテンボシ」は「イチバンボシ」よりも整粒歩合が高く, とくに多肥条件下で「イチバンボシ」の値が低下するのに対し, 「マンテンボシ」ではその低下が少ない。原麦粒厚分布を第5表に, 原麦1粒重の分布を第6表に, 精麦1粒重の分布を第7表に示す。「マンテンボシ」の原麦粒は「イチバンボシ」の原麦粒よりも粒厚が厚い側に分布し, 原麦1粒重の分布では30~40mgの範囲に集中して分布し, 精麦1粒重の分布では18~22mgの範囲

第3-1表 特性検定試験地における検定結果

品 種	試験年度	赤かび病		縞萎縮病		うどんこ病		凍上性 長野 中野	耐湿性 三重 農試
		九州 農試	鹿児島 農試	山口 農試	愛媛 農試	栃木 農試	農研 センター		
マンテンボシ	1993	-	-	-	-	-	やや弱	中	-
	1994	-	極強	やや強	-	極強	-	-	-
	1995	極弱	-	-	極強	-	-	やや弱	-
	1996	-	-	強	強	-	-	極弱	弱
	1997	-	やや強	-	強	極強	-	やや弱	弱
	1998	-	-	-	極強	-	-	やや強	-
	1999	弱	極強	-	極強	強	-	中	弱
	2000	-	やや強	やや弱	極強	極強	-	-	-
イチバンボシ	1995	極弱	-	-	-	-	-	中	-
	1996	-	-	-	-	-	-	弱	弱
	1997	-	中	-	極強	極強	-	やや強	やや強
	1998	-	-	-	極強	-	-	やや強	-
	1999	弱	極強	-	極強	強	-	強	弱
	2000	-	やや強	-	極強	弱	-	-	-
キカイガカ	1993	-	-	-	-	-	やや弱	強	弱
	1994	-	極強	弱	-	中	-	-	弱
	1995	-	-	-	極強	-	-	-	-
	1996	-	-	弱	やや強	-	-	-	-
	1997	-	-	-	やや強	極弱	-	-	-
	1998	-	-	-	弱	-	-	やや強	-
	1999	-	-	-	中	極弱	-	-	-
	2000	-	-	弱	極弱	極弱	-	-	-

第3-2表 育成地における特性検定結果

品 種	試験年度	縞萎縮病	うどんこ病	穂発芽	稈の挫折	播性
マンテンボシ	1993	0	0	7.3	1.3	Ⅳ
	1994	0	2	2	3	Ⅳ
	1995	0	0	0	0	Ⅳ
	1996	0	1.3	0	*	Ⅳ
	1997	0	0	2	2	Ⅳ
	1998	0	4	0	2.3	Ⅳ
	1999	0	2.5	5.5	3	Ⅳ
	2000	0	0	7.8	*	Ⅳ
	平均	0	1.2	3.1	1.9	Ⅳ
	イチバンボシ	1993	0	2	3.3	2
1994		0	5	0	4	V
1995		0	0	0	0	V
1996		0	0	0	*	V
1997		0	0	0	3	V
1998		0	2	0	3	V
1999		0	1	0.5	4	V
2000		0	0	0.8	*	V
平均		0	1.3	0.6	2.7	V
キカイガカ	1993	3	2	-	-	Ⅲ
	1994	4	1	0	-	Ⅲ
	1995	2.5	0	1	-	Ⅲ
	1996	1.3	0	0	-	Ⅲ
	1997	3.5	0	4	4	Ⅲ
	1998	0	0	0	3	Ⅲ
	1999	1.5	0.5	6.5	5	Ⅲ
	2000	2.5	0	2.5	*	Ⅲ
	平均	2.3	0.5	(2.0)	(4.0)	Ⅲ

注) 縞萎縮病とうどんこ病は発病程度で0(無)~5(甚)の6段階。  
穂発芽は, 成熟期の1~2週間後に散水処理を行い, 1週間後に発芽率(%)を調査。  
稈の挫折は成熟期後の稈の中折れで0(無)~5(甚)の6段階。\*印は倒伏のため調査できず。

第3-3表 特性検定結果の総合判定

品 種	赤かび病	縞萎縮病	うどんこ病	凍上性	耐湿性	穂発芽性	稈の挫折	播性程度
マンテンボシ	中	やや強	やや弱	弱	中	やや難	やや強	Ⅳ
イチバンボシ	中	強	中	弱	やや強	難	中	V
キカイガカ	中	弱	やや強	弱	やや強	難	中	Ⅲ

に集中して分布する傾向であった。「マンテンボシ」は「イチバンボシ」よりも粒揃いが良い特性を持っている。

「マンテンボシ」および「イチバンボシ」を用いて試作した麦味噌の化学分析値は第8表に示す通りである。これらの味噌は裸麦10に対し大豆7の重量比で配合され醸造されたものであるが、取り上げた化学分析項目については同様の数値であり、この範囲では同様の麦味噌ができると判断された。

#### 4 形態的特性および生態的特性

特性についての以上の結果をふまえ、種苗特性分類調査基準の階級値を示すと第9表および第10表の通りとなる。

形態的特性は第9表に示す通りである。即ち、“六条”“渦”性裸麦で、叢生は“やや匍匐”，稈長及び穂長は“中”，稈の細太は“中”，葉色は“極濃”，芒長は“やや長”，粒の形は“やや円”，粒の大小及び千粒重は“やや大”，リットル重は“やや大”，原麦粒見かけの品質は“中の上”，原麦白度は“やや高”である。

生態的特性は第10表に示す通りである。即ち，播性の程度は“Ⅳ”の秋播型で，茎立性は“やや晩”である。出穂期，成熟期ともに「イチバンボシ」よりやや遅い“やや早”である。穂発芽性は“やや難”で，耐倒伏性は“強”である。収量性は“多”で，精麦白度は“大”である。耐病性は，縞萎縮病に“やや強”，赤かび病に“中”，うどんこ病に“やや弱”である。

#### 5 固定度

「マンテンボシ」の固定度の調査結果は第11表に示す通りである。即ち，本品種は稈長，穂長および穂数の変動係数から見て実用上支障無い範囲で固定している。

第4-1表 生産力検定試験における整粒歩合

品種	年度	標肥	多肥
マンテンボシ	1995	98.9	
	1996	95.6	
	1997	98.2	97.0
	1998	96.9	96.1
	1999	95.4	93.7
	2000	99.7	100
	平均	97.5	96.7
イチバンボシ	1995	98.6	
	1996	93.5	
	1997	96.9	93.2
	1998	90.4	88.8
	1999	87.2	82.6
	2000	99.3	99.1
	平均	94.3	90.9

注) 整粒歩合は2.0mm以上の粒の百分率。

第4-2表 ドリル播栽培における整粒歩合

施肥条件	年度	マンテンボシ	イチバンボシ
6-0-3	1998	96.1	90.4
	1999	95.8	86.0
	2000	99.7	98.9
	平均	97.2	91.8
6-3-3	1998	94.6	86.4
	1999	95.1	83.2
	2000	99.7	99.1
	平均	96.5	89.6
9-0-3	1998	95.3	85.2
	1999	94.6	83.3
	2000	99.5	99.0
	平均	96.5	89.2
9-3-3	1998	94.1	81.2
	1999	94.8	81.9
	2000	99.8	98.3
	平均	96.2	87.1

注) 施肥条件の数字は，基肥－中間追肥－穂肥で，10a当たりの窒素量kgを示す。整粒歩合は2.0mm以上の粒の百分率。



第5表 原麦粒厚分布

施肥	品種	試験区 番号	粒厚(mm)					合計
			<1.8	1.8-2.0	2.0-2.2	2.2-2.5	2.5<	
			(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
標準	マンテン ホシ	1	0.0	0.1	2.1	16.1	81.7	100
		2	0.2	0.4	2.2	18.8	78.3	100
		平均	0.1	0.3	2.2	17.5	80.0	100
	イハバン ホシ	1	0.1	0.4	3.8	27.9	67.8	100
		2	0.1	0.9	5.2	31.7	62.2	100
		平均	0.1	0.7	4.5	29.8	65.0	100
多肥	マンテン ホシ	1	0.0	0.0	1.4	18.6	80.0	100
		2	0.0	0.0	1.0	16.4	82.7	100
		平均	0.0	0.0	1.2	17.5	81.4	100
	イハバン ホシ	1	0.0	0.8	5.5	31.8	61.9	100
		2	0.2	0.8	5.5	30.1	63.5	100
		平均	0.1	0.8	5.5	31.0	62.7	100

注) 試料50gの篩い分けによる。1 2年度生産力検定試験の試料による。

第6表 原麦粒重分布

施肥	品種		1粒重 (mg)								合計	平均 (mg)	CV	外観 品質	
			10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45	45-50					
標準	マンテン ホシ	粒数	0	2	1	7	22	14	4	0	50	33.2	16.5	3.6	
		%	0	4	2	14	44	28	8	0	100				
	イハバン ホシ	粒数	1	1	4	5	11	14	7	7	50	35.1	22.7	3.6	
		%	2	2	8	10	22	28	14	14	100				
	多肥	マンテン ホシ	粒数	0	0	4	6	17	19	3	1	50	33.9	14.6	3.6
			%	0	0	8	12	34	38	6	2	100			
イハバン ホシ		粒数	1	2	7	6	13	10	5	6	50	33.3	25.3	3	
		%	2	4	14	12	26	20	10	12	100				

注) 外観品質は、1 (上の上), 2 (上の中), 3 (上の下), 4 (中の上), 5 (中の中), 6 (中の下), 7 (下の上), 8 (下の中), 9 (下の下) で示す。  
生産力検定試験の試料による。

第7表 精麦粒重分布

施肥	品種		1粒重 (mg)								合計	平均 (mg)	CV	精麦 品質		
			12-14	14-16	16-18	18-20	20-22	22-24	24-26	26-28					28-30	
標準	マンテン ホシ	粒数	0	3	4	16	16	9	1	1	0	50	20.2	12.2	1.5	
		%	0	6	8	32	32	18	2	2	0	100				
	イハバン ホシ	粒数	0	4	5	15	13	8	4	0	1	50	20.3	14.3	2.5	
		%	0	8	10	30	26	16	8	0	2	100				
	多肥	マンテン ホシ	粒数	1	0	9	16	13	7	4	0	0	50	20.1	12.8	1.5
			%	2	0	18	32	26	14	8	0	0	100			
イハバン ホシ		粒数	1	4	8	6	16	6	2	6	1	50	20.6	17.1	2.5	
		%	2	8	16	12	32	12	4	12	2	100				

注) 精麦品質は、1 (極良), 2 (良), 3 (中), 4 (やや不良), 5 (不良) の5段階で調査。  
生産力検定試験の試料による。

第8表 試作した麦味噌の化学分析値

品 種	水分 %	食塩 %	水溶性窒素 %	全窒素 %	蛋白溶解率 %	直糖 %	全糖 %	糖分解率 %	アルコール %	pH
マンテンボシ	51.1	11.7	0.70	1.67	42	12.9	15.5	83	0.78	4.99
イチバンボシ	50.8	11.7	0.69	1.73	40	12.6	15.6	81	0.92	5.04

注) 蛋白溶解率=水溶性窒素/全窒素×100

糖分解率=直糖/全糖×100

M味噌店により試作. 東京農業大学醸造科学により分析.

第9表 形態的特性

品 種	I - 1 - 1 叢 性	I - 1 - 2 株の開閉	I - 1 - 3 並 渦 性	I - 2 - 1 稈 長	I - 2 - 2 稈の細太	I - 2 - 3 稈の剛柔	I - 2 - 4 稈のワックスの多少	I - 3 - 2 葉 色
マンテンボシ	やや匍 (6)	やや閉 (4)	渦 (8)	中 (5)	中 (5)	やや剛 (4)	多 (7)	極濃 (8)
イチバンボシ	中 (5)	やや閉 (4)	渦 (8)	中 (5)	やや細 (4)	中 (5)	やや多 (6)	濃 (7)
ヒノデハダカ	中 (5)	閉 (3)	渦 (8)	やや短 (4)	やや細 (4)	中 (5)	中 (5)	やや淡 (4)

品 種	I - 3 - 3 葉鞘のワックスの多少	I - 3 - 4 葉鞘の毛の有無・多少	I - 4 - 2 穂 長	I - 4 - 3 粒 着 粗	I - 4 - 4 穂 の 密 抽 出 度	I - 4 - 5 条 性	I - 4 - 6 穂 の 垂 度	I - 5 - 1 芒無・多少
マンテンボシ	多 (7)	無 (0)	中 (5)	中 (5)	中 (5)	六条 (8)	直 (3)	中 (5)
イチバンボシ	やや多 (6)	無 (0)	中 (5)	中 (5)	中 (5)	六条 (8)	直 (3)	中 (5)
ヒノデハダカ	中 (5)	無 (0)	中 (5)	中 (5)	中 (5)	六条 (8)	直 (3)	中 (5)

品 種	I - 5 - 2 芒 長	I - 5 - 3 芒の粗滑	I - 6 ふ の 色	I - 7 - 1 粒 の 形	I - 7 - 2 粒 の 大 小	I - 7 - 3 粒 の 色	I - 8 - 1 千 粒 重	I - 8 - 2 リットル重
マンテンボシ	やや長 (6)	粗 (7)	黄 (2)	やや円 (4)	やや大 (6)	黄褐 (3)	やや大 (6)	やや大 (6)
イチバンボシ	中 (5)	粗 (7)	黄 (2)	中 (5)	やや大 (6)	黄褐 (3)	やや大 (6)	やや大 (6)
ヒノデハダカ	中 (5)	粗 (7)	黄褐 (3)	中 (5)	中 (5)	黄褐 (3)	中 (5)	やや大 (6)

品 種	I - 9 - 1 原麦粒の見かけの品質	I - 9 - 2 原麦白度
マンテンボシ	中の上 (4)	やや高 (6)
イチバンボシ	中の上 (4)	やや高 (6)
ヒノデハダカ	中の上 (5)	やや低 (4)

注) 特性形質の上の数字は、「大麦種苗特性分類調査報告書(昭和55年3月)」の項目番号である。

( ) 数字は、同種苗特性分類調査基準の階級値を示す。

第10表 生態的特性

品 種	Ⅱ - 1 播 性	Ⅱ - 2 茎 立 性	Ⅱ - 3 - 1 出 穂 期	Ⅱ - 3 - 2 成 熟 期	Ⅱ - 4 - 1 稈・糯の別	Ⅱ - 4 - 2 皮 裸 性	Ⅱ - 4 - 3 脱 ぶ 性	Ⅱ - 5 穂 発 芽 性
マンテンボシ	Ⅳ (4)	やや晩 (6)	やや早 (4)	やや早 (4)	稈 (2)	裸 (8)	易 (7)	やや難 (4)
イチバンボシ	Ⅴ (5)	中 (5)	早 (3)	早 (3)	稈 (2)	裸 (8)	易 (7)	難 (3)
ヒノデハダカ	Ⅵ (6)	やや早 (4)	やや早 (4)	早 (3)	稈 (2)	裸 (8)	易 (7)	難 (3)

品 種	Ⅱ - 6 脱 粒 性	Ⅱ - 7 耐 倒 伏 性	Ⅱ - 8 - 4 耐 凍 上 性	Ⅱ - 9 収 量 性	Ⅱ - 10 - 1 粒 性	Ⅱ - 10 - 2 精 麦 歩 留	Ⅱ - 10 - 3 精 麦 白 度
マンテンボシ	難 (3)	強 (3)	弱 (7)	多 (7)	粉質 (3)	中 (5)	大 (7)
イチバンボシ	難 (3)	やや強 (4)	弱 (7)	多 (7)	粉質 (3)	中 (5)	極大 (8)
ヒノデハダカ	難 (3)	やや強 (4)	弱 (7)	やや多 (6)	粉質 (3)	中 (5)	やや小 (4)

品 種	Ⅱ - 12 - 1 縞萎縮病 抵 抗 性	Ⅱ - 12 - 2 赤かび病 抵 抗 性	Ⅱ - 12 - 3 うどんこ病 抵 抗 性
マンテンボシ	やや強 (4)	中 (5)	やや弱 (6)
イチバンボシ	強 (3)	中 (5)	中 (5)
ヒノデハダカ	やや弱 (6)	中 (5)	やや弱 (6)

注) 第9表に同じ。

#### Ⅳ 系統適応性検定試験

系統適応性検定試験は平成5(1993)年度には愛知県,岡山県(北部支場),徳島県,香川県,大分県および鹿児島県(大隅支場)の各農業試験場で実施し,平成6(1994)年度には香川県および山口県の各農業試験場で実施した。その結果,徳島県および香川県で有望視され,概評として早生,稈質良,中折れ強,大粒,豊満粒,粒揃い良等が得られた。

#### Ⅴ 奨励品種決定調査

関係県における試験の集約結果は第12表に示す通りである。香川県および愛媛県で評価が高かった。両県では「イチバンボシ」対比の収量性も高い傾向にあった。

#### Ⅵ 栽培適地および栽培上の注意

栽培適地は東海以西の温暖な麦作地帯である。本品種は,うどんこ病にやや弱い点に注意すべきである。また,本品種は施肥量が少ない場合には収量が上がらないので,適正な施肥量に注意すべきである。

#### Ⅶ 命名の由来

本品種の名称「マンテンボシ」の意味は「空いっぱい星のようにすばらしい裸麦である」ということである。名称の他の表記は「満天星」である。

#### Ⅷ 摘 要

世代促進栽培および集団育種法を用いて,四国裸83号/センボンハダカの交配組合せから,耐倒伏性が強く,整粒歩合が高く,粒揃いが良く,軟質,高白度の裸麦新品種「マンテンボシ」を育成した。本品種は西日本の裸麦栽培地帯で普及して行くことが期待される。

第11表 固定度

品 種	系統 NO.	出穂期 (月.日)	稈長		穂長		穂数	
			平均値 (cm)	変動係数 (%)	平均値 (cm)	変動係数 (%)	平均値 (本)	変動係数 (%)
マンテンボシ	1	4. 3	87.1	3.3	5.1	4.5	15.3	24.8
	2	4. 3	87.0	3.3	5.1	4.6	16.2	22.9
	3	4. 4	85.2	3.1	5.2	4.5	14.9	26.5
	4	4. 4	82.5	3.4	5.0	4.8	15.1	25.3
	5	4. 5	83.8	3.3	5.1	5.0	14.6	23.7
	平均	4. 4	85.1	3.3	5.1	4.7	15.2	24.6
イチバンボシ	1	4. 2	90.5	3.4	5.4	5.2	16.5	22.9
	2	4. 1	92.0	3.5	5.4	5.6	16.5	21.7
	3	4. 2	91.7	3.0	5.4	5.2	17.1	18.2
	4	4. 2	94.5	2.9	5.4	5.2	17.1	18.0
	5	4. 2	92.7	2.5	5.3	5.2	18.2	20.0
	平均	4. 2	92.3	3.1	5.4	5.3	17.1	20.2

注) 耕種概要：畦幅60cm, 株間12cm, 条間12cm, 2条千鳥1粒点播, 標準施肥量, 平成11年11月10日播種.  
調査個体数：各品種50個体.

第12表 奨励品種決定調査結果一覧

試験地	栽培条件	収穫の対標準比(%)と有望度					標準品種	
		1995	1996	1997	1998	1999		2000
愛知	広幅播 標肥		△○102	△ 88	○△103		イチバンボシ	
	条播 標肥					△102	イチバンボシ	
三重	条播 標肥		△123	△111			シラタマハダカ	
滋賀	全面全層 標肥		× 85				イチバンボシ	
兵庫	耕起散播 標肥	△ 99					キカイハダカ	
	耕起散播 標肥		△110	× 93			イチバンボシ	
岡山	全耕下リル播標肥		△156	△103	△113 △○104	△125	イチバンボシ	
広島	簡易畦立 標肥		△118	△136	△○100	○108	× 75シラタマハダカ	
山口	広幅不耕起播標肥	× 85					イチバンボシ	
徳島	畦立条播 標肥	×102					ウツギハダカ	
	畦立条播 標肥				△ 93	△108	○103	イチバンボシ
香川	全面全層 基肥+追肥	○106	△109	○113	◎103	◎106	◎ 94	イチバンボシ
	全面全層 全量基肥		128	106	101	94	88	イチバンボシ
愛媛	全面全層 標準播	○△ 95	○110	○102	○103	◎104	◎101	イチバンボシ
	全面全層 早播		94	108	103	103	117	イチバンボシ
高知	全面全層 標肥	△ 71	△172	△ 96	○ 98	○100	○△ 84	キカイハダカ
	全面全層 多肥				120	84	111	キカイハダカ
福岡	畦立ドリル播標肥					○101	× 86	イチバンボシ
福岡	豊前ドリル播 標肥					○104	× 95	イチバンボシ
長崎	条播 標肥	×101						御島裸
佐賀	畦立条播 標肥		△154	△124	△× 98			ウツギハダカ
佐賀	三瀬畦立条播 標肥		○272	△195	○111	○159	×105	ウツギハダカ
熊本	畦立4条播 標肥		△102	△120	× 93			イチバンボシ
大分	畦立条播 標肥	△ 79	△ 98	○ 91	× 92			イチバンボシ
	広幅播 標肥				103			イチバンボシ
鹿児島	条播 標肥				△ 88	△ 99	△× 99	イチバンボシ

注) ◎：極有望, ○：有望, △：再検討, ×：打切り.

奨励品種採用県の標準品種の収量は下記の通りで記載は年度順.  
香川県(基肥十追肥)1995~2000年度:68.0.59.0.43.5.65.0.69.4.54.7kg/a.  
愛媛県(標準播)1995~2000年度:65.1.61.6.36.6.68.3.69.9.56.1kg/a.

引用文献

- 1) 伊藤昌光・石川直幸・土門英司・土井芳憲・  
 片山 正・神尾正義・加藤一郎・吉川 亮・  
 堤 忠宏 1995. 裸麦の新品種「イチバンボシ」  
 の育成. 四国農試報 59: 109-121.

付表 育成従事者一覧

年 度	世 代	片 山 正	神 尾 正 義	土 井 芳 憲	石 川 直 幸	伊 藤 昌 光	土 門 英 司	藤 田 雅 也	杉 浦 誠	松 中 仁	高 山 敏 之	備 考
昭60(1985)	交配	○	○	○	○							
61(1986)	F <sub>1</sub>	○	○	○	○	○						
62(1987)	F <sub>2</sub>	○										世代促進栽培 // 個体選抜
	F <sub>3</sub>											
63(1988)	F <sub>4</sub>											
平 1(1989)	F <sub>5</sub>			○								
2(1990)	F <sub>6</sub>											系統選抜
3(1991)	F <sub>7</sub>											予検
4(1992)	F <sub>8</sub>						○					予検
5(1993)	F <sub>9</sub>											生検, 系適, 特検
6(1994)	F <sub>10</sub>											生検, 系適, 特検
7(1995)	F <sub>11</sub>											生検, 奨決, 特検
8(1996)	F <sub>12</sub>											生検, 奨決, 特検
9(1997)	F <sub>13</sub>			○								生検, 奨決, 特検
10(1998)	F <sub>14</sub>											生検, 奨決, 特検
11(1999)	F <sub>15</sub>											生検, 奨決, 特検
12(2000)	F <sub>16</sub>			○								生検, 奨決, 特検
現 勤 務 地		元 四 国 農 試	元 九 州 農 試	現 在 員	近 中 四 農 研	元 四 国 農 試	九 沖 農 研	作 物 研	作 物 研	現 在 員	現 在 員	

注) 平成13 (2001) 年9月30日現在で示す.

## Breeding of a Lodging Tolerant High Quality New Naked Barley Cultivar “Mantenboshi”

Yoshinori DOI, Masaya FUJITA\*, Hitoshi MATSUNAKA, Toshiyuki TAKAYAMA, Masamitsu ITO\*\*,  
Naoyuki ISHIKAWA\*\*\*, Tadashi KATAYAMA\*\*, Masayoshi KAMIO\*\*\*\*, Eiji DOMON\*\*\*\*\* and Makoto SUGIURA\*

### Summary

A new naked barley cultivar named “Mantenboshi” was derived from the progenies of the following cross combination, Shikokuhadaka 83 / Senbonhadaka, by the advanced generation method and mass-selection method. This cultivar has lodging tolerance, uniform large grains and good pearling quality. This cultivar is expected to be cultivated at naked barley farms in west region of Japan.

---

Department of Crop Breeding (Shikoku)

\*National Institute of Crop Science

\*\*Zentsuji City

\*\*\*National Agricultural Research Center for Western Region (Fukuyama)

\*\*\*\*Tsuchiura City

\*\*\*\*\*National Agricultural Research Center for Kyushu Okinawa Region



写真1 草姿  
左：四国裸83号  
中：センボンハダカ  
右：マンテンボシ



写真2 穂および粒  
左：四国裸83号  
中：センボンハダカ  
右：マンテンボシ



写真3 耐倒伏性  
左：イチバンボシ  
右：マンテンボシ  
春の風雨のためイチバンボシは倒伏したが、マンテンボシは倒伏しない。



写真4 成熟期の頃  
左：イチバンボシ  
右：マンテンボシ  
マンテンボシは芒が長く穂が輝いて見える。

# ヒリュウ実生の生育に及ぼす育苗土の種類とリン酸施用の影響

瀧下文孝・内田 誠・草場新之助

Key words : ヒリュウ、育苗土、T-R率、リン酸イオン、赤玉土、過リン酸石灰

## 目 次

I 緒 言	13	IV 考 察	18
II 材料及び方法	13	1 背景	18
1 実生の管理・調査法と育苗土の分析法	13	2 ヒリュウ種子の発芽	19
2 ヒリュウ実生の播種後1年目の生育	14	3 ヒリュウ実生の生育と育苗土の物理性	19
3 赤玉土へのリン酸またはピートモスの施用効果	14	4 ヒリュウ実生の生育と育苗土の化学性	20
4 ヒリュウ実生1年生の生育	14	5 リン酸の施用効果	20
III 結 果	14	6 有機物の施用効果	21
1 ヒリュウ実生の播種後1年目の生育	14	V 摘 要	22
2 赤玉土へのリン酸またはピートモスの施用効果	16	謝 辞	22
3 ヒリュウ実生1年生の生育	17	引用文献	22
		Summary	25

## I 緒 言

カラタチの屈曲型変異系統であるヒリュウはウンシュウミカン等カンキツ類のわい性台木として、また、品質を向上させる台木として報告されている<sup>3), 8), 28)</sup>。しかし、ヒリュウはカラタチよりも実生の生育がやや劣るため、育苗期間が長くなり易いこと、極早生ウンシュウに対しては、わい化効果が強すぎること<sup>17)</sup>等が問題点として指摘されている。このため、実生の生育を促進し早期に健全な苗木を養成することが、ヒリュウ台木の普及につながるものと考えられる。

一般に、健全な苗を育てるためには作物の種類に適した育苗土を選び、土壌の物理・化学的特性を好適に整える必要がある。特に、播種後における実生

の生育は以後の生育を左右するため播種用土の選定と肥培管理が重要であるが、ヒリュウを含めカンキツ台木実生の生育に及ぼす育苗土の種類の影響や施肥との関連を調査した例はほとんど見当たらない。

本報では、育苗土の種類がヒリュウ実生の生育に及ぼす影響を物理・化学的特性の面から調査した。また、通常の施肥法では生育が著しく阻害される育苗土に対し、リン酸質肥料の施用効果を検討した。その結果、ヒリュウ実生の生育を改善するための有効な知見が得られたと考えるのでここに報告する。

## II 材料及び方法

### 1 実生の管理・調査法と育苗土の分析法

試験に供試したヒリュウの種子は、当センター内

(平成14年8月19日受理)

特産作物部



圃場に栽植されている樹から試験前年の秋に採取し冷蔵庫で保存した。試験年の春季に、各種育苗土を径5mmの篩に通し、容積約2Lの6号駄温鉢、または容積約4Lの8号駄温鉢に入れた。種子は外観上多胚と思われるものを選び、殺菌後深さ約1cmに播種した。

播種および移植後の鉢は屋外に置き、土壌の表面が乾燥した時点で全ての鉢に灌水した。追肥は液肥(N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=5:10:5)の1000倍希釈液をジョウロで灌水するか、化成肥料(N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=18:11:11)を1回につき一鉢当たり3.3g施肥した。

実生の掘り上げは落葉後に行い、根の洗浄後、生育本数、枝の形態的特性、新鮮重、莖径、根径、莖長、根長を測定した。また、各鉢から生育が良好な屈曲型実生3本を選択し、莖、主根、細根に分け、105℃で乾燥して乾燥重を測定した。

育苗土の特性調査は、一部を除き実生を掘り上げた後、各鉢から跡土を採取して行った。物理的特性として仮比重、圃場容水量を、化学的特性としてpH(H<sub>2</sub>O)、ECを常法により測定した。また、1999年と2000年は1:5水抽出液のイオン組成をDionex社製イオンクロマトグラフィーで分析した。

## 2 ヒリュウ実生の播種後1年目の生育

1998年、川砂、水田作土(天土)、花崗土(マサ土)、赤玉土、UCソイル等基本用土、および安山岩土壌(ミカン園A)と花崗岩土壌(ミカン園B)の合計12種類の育苗土を供試した(第1表)。UCソイルは川砂とピートモスとパーライトを等量混合したもので、肥料分の添加は行なわなかった。2月24日、6号駄温鉢に一鉢当たり10粒播種した。反復は1鉢で、掘り上げは12月7日に行なった。

1999年は第2表に示す通り、川砂、水田作土、花崗土、赤玉土等数種の基本用土とその混合土10種類を供試した。3月3日、6号駄温鉢に一鉢当たり10粒播種した。反復は3鉢で、追肥は液肥と化成肥料を4回ずつ施肥した。掘り上げと調査は12月から翌年1月にかけて行った。

## 3 赤玉土へのリン酸またはピートモスの施用効果

2000年は第4表に示す通り赤玉土、および赤玉土にピートモスを1:1の容積比で混合した用土を供試

し、溶性リン肥(溶リン、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 20%)を一鉢当たり50g(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 5g/L)、または過リン酸石灰(過石、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 17.5%)を一鉢当たり50g(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 4.4g/L)、基肥として混合した。土と基肥の混合後、灌水してしばらく放置し、4月5日一鉢当たり10粒2鉢に播種した。また、対照として基肥を与えない川砂と水田作土の区を設けた。追肥は液肥を5回、化成肥料を1回施肥し、掘り上げは10月30日に行った。

## 4 ヒリュウ実生1年生の生育

1998年、第5表に示す通り12種類の育苗土を供試し、屋外で1年間養成したヒリュウ実生の新鮮重を測定し、2月25日、8号駄温鉢に1鉢当たり5本ずつ植え付けた。反復は1鉢で、12月9日に掘り上げ生育量を調査した。

1999年、第6表に示す通り、川砂、花崗土、水田作土、赤玉土等基本用土、およびピートモスや堆肥との混合土14種類を供試した。屋外で1年間養成したヒリュウ実生の新鮮重を測定し、2月18日、8号駄温鉢に1鉢当たり3本ずつ2鉢に植え付けた。追肥は液肥と化成肥料を4回ずつ施肥し、翌年1月に掘り上げ生育量を調査した。

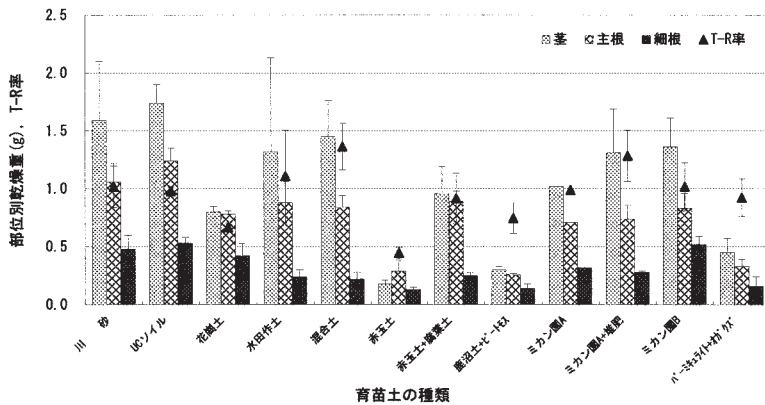
## Ⅲ 結 果

### 1 ヒリュウ実生の播種後1年目の生育

1998年に供試した育苗土の特性は第1表の通りであり、仮比重は川砂、花崗土が大きく約1.2g/cm<sup>3</sup>(以下単位省略)、UCソイル、赤玉土、鹿沼土+ピートモスが小さく0.5以下であった。圃場容水量は赤玉土、鹿沼土+ピートモスが30g/100cm<sup>3</sup>と大きく、川砂、花崗土が10g/100cm<sup>3</sup>以下で小さかった。pHは赤玉土+腐葉土が7.4で最も高く、UCソイル、鹿沼土+ピートモスは5.2で最も低かった。

一鉢当たり生育数は、一粒の種子から複数の実生が生育することもあり、川砂、赤玉土、鹿沼土+ピートモス、花崗土で10本以上となった。ミカン園土壌A、および同土壌に堆肥を混合した育苗土では発芽数が少なく、発芽しても途中で枯死したため最終的な生育数は2本以下と少なかった(第1表)。実生の生育が良好だったのは川砂の入ったUCソイルおよび川砂で、1本当たりの乾燥重は3g以上とな

りT-R率は1前後であった(第1図)。これに対し、赤玉土や鹿沼土+ピートモスでの乾燥重は0.7g以下と著しく生育が劣り、T-R率も赤玉土が0.45、鹿沼土+ピートモスが0.75と低く、根よりも地上部の生育が劣った。また、赤玉土に腐葉土を混合した区では特に地上部の生育が促進され、T-R率が高まった(第1図)。



第1図 育苗土の種類がヒリュウ実生の生育に及ぼす影響 (1998年播種)

第1表 育苗土の特性とヒリュウ実生の生育 (1998年播種)

育苗土の種類	育苗土の特性 <sup>5)</sup>			生育数 <sup>6)</sup>	実生の生育 <sup>7)</sup>		
	仮比重 (g/cm <sup>3</sup> )	圃場容水量 (g/cm <sup>3</sup> ・100)	pH (H <sub>2</sub> O)	(本/鉢)	莖径 (cm)	莖長 (cm)	DW (g)
川砂	1.17	9.4	5.91	12	0.49	30.0	3.13
UCソイル <sup>1)</sup>	0.41	17.8	5.22	9	0.50	25.7	3.52
花崗土	1.25	7.4	5.93	10	0.40	24.0	1.99
水田作土	0.89	19.8	5.55	8	0.47	26.0	2.44
混合土 <sup>2)</sup>	1.06	13.9	6.18	7	0.48	29.0	2.52
赤玉土	0.44	29.1	5.39	12	0.30	9.0	0.60
赤玉土+腐葉土(20%)	0.48	25.3	7.39	6	0.45	24.0	2.10
鹿沼土+ピートモス(50%)	0.24	35.9	5.19	10	0.30	15.3	0.71
ミカン園A <sup>3)</sup>	0.98	18.1	6.08	1	0.46	28.0	2.05
ミカン園A+堆肥	0.46	32.5	5.75	2	0.48	31.0	2.32
ミカン園B <sup>3)</sup>	0.96	19.4	5.75	6	0.47	24.7	2.71
パーミキュライト+オガクズ(20%)	0.59	26.8	6.09	4	0.34	18.7	0.94

注) 1)川砂+ピートモス+パーライト=1:1:1, 2)花崗土+水田作土+牛ふん堆肥=3:1:1, 3)安山岩土壤  
4)花崗岩土壤, 5)播種前に測定, 6)多胚と思われる種子を10粒播種後生育している数  
7)生育数が3本以上の区は屈曲型実生3本の平均値

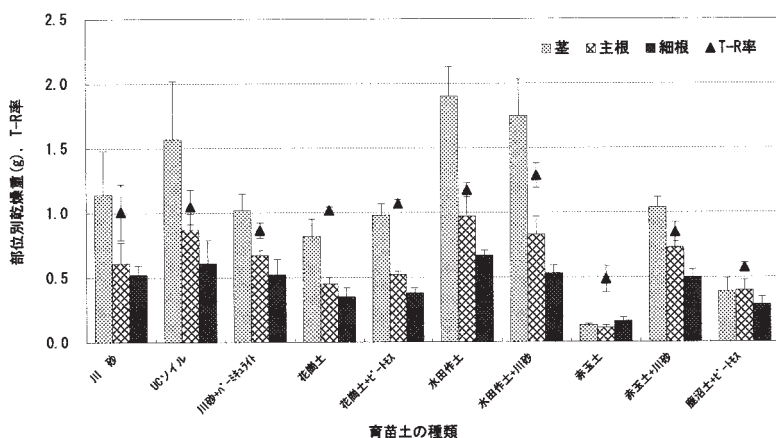
1999年に供試した育苗土の特性は第2表の通りであり、仮比重は川砂が1.3と高かったが、パーミキュライトや赤玉土を混合すると1以下に低下した。圃場容水量は川砂が20g/100 cm<sup>3</sup>以下で、これにパーミキュライトや赤玉土を混ぜると30g/100 cm<sup>3</sup>以上に増加した。水抽出液のECは赤玉土が57 μS/cmで最も高く、花崗土が21 μS/cmで最も低かった。

水抽出液中のイオン組成を分析したところアニオンはフッ素イオン (F<sup>-</sup>), 塩素イオン (Cl<sup>-</sup>), 硝酸イオン (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), リン酸イオン (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>), 硫酸イオン (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) のアニオンが測定され、このうち硝酸イオン, リン酸イオン, 硫酸イオンの濃度を第2表に示した。リン酸イオンの濃度はUCソイルが14.2mg/Lと高く、次いで川砂+パーミキュライト, 花崗土+ピートモス, 水田作土+川砂, 川砂, 水田作土の順であった。これに対し、赤玉土およびその混合土, 鹿沼土+ピートモスでは検出されなかった。硝酸イオンの濃度は赤玉土が29.9mg/Lと高く、花崗土+ピートモスで1.5mg/Lと低かった。硫酸イオンの濃度は鹿沼土+ピートモスで18.3mg/Lと高く、花崗土+ピートモスで0.4mg/Lと最も低かった。カチオンはリチウムイオン (Li<sup>+</sup>), ナトリウムイオン (Na<sup>+</sup>), アンモニウムイオン (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), カリウムイオン (K<sup>+</sup>), マグネシウムイオン (Mg<sup>2+</sup>), カルシウムイオン (Ca<sup>2+</sup>) が測定され、カルシウムイオンとマグネシウムイオンが赤玉土と鹿沼土+ピートモスで他の育苗土より高かった。

第2表 育苗土の特性とヒリュウ実生の生育 (1999年播種 跡土)

育苗土の種類	育苗土の特性 <sup>2)</sup>										実生の生育 <sup>4)</sup>						
	仮比重 (g/cm <sup>3</sup> )	圃場容水量 (g/cm <sup>3</sup> ・100)	pH (H <sub>2</sub> O)	EC <sup>3)</sup> (μS/cm)	水抽出液のイオン組成 (mg/L) <sup>3)</sup>						生育数 (本/鉢)	莖径 (cm)	根径 (cm)	莖長 (cm)	根長 (cm)	DW (g)	
					NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>							Ca <sup>2+</sup>
川砂	1.30	19.0	5.65	25.8	4.67	5.99	0.99	0.33	3.54	0.048	0.72	10.0	0.45	0.55	22.5	20.7	2.25
UCソイル <sup>1)</sup>	0.64	28.0	4.55	37.6	7.07	14.20	1.52	0.31	4.31	0.197	1.61	11.0	0.47	0.55	24.5	22.5	3.04
川砂+パーミキュライト(50%)	0.91	31.1	5.14	26.6	3.92	9.84	1.37	0.26	4.12	0.102	1.00	10.7	0.45	0.57	19.3	18.6	2.21
花崗土	1.29	24.0	5.23	20.5	1.91	5.84	0.53	0.27	2.25	0.029	0.41	9.3	0.40	0.50	17.3	15.8	1.61
花崗土+ピートモス(20%)	1.04	30.1	4.89	21.6	1.50	8.51	0.38	0.33	2.43	0.021	0.37	9.7	0.44	0.53	19.9	17.1	1.87
水田作土	1.06	34.4	4.49	38.4	7.96	4.70	4.54	0.35	5.84	0.085	0.80	12.0	0.50	0.57	29.1	27.2	3.54
水田作土+川砂 (50%)	1.24	27.1	4.96	24.2	2.43	7.31	2.16	0.27	4.46	0.076	0.31	11.7	0.48	0.55	27.3	19.4	3.10
赤玉土	0.44	44.5	4.90	56.8	29.90	-	0.52	0.12	3.72	0.517	5.33	10.3	0.24	0.28	7.6	22.7	0.39
赤玉土+川砂(50%)	0.83	33.0	5.30	31.2	9.01	-	4.70	0.14	3.95	0.244	2.70	10.0	0.43	0.51	21.9	24.6	2.26
鹿沼土+ピートモス(50%)	0.23	45.1	4.60	47.5	4.65	-	18.30	0.17	1.22	0.706	5.30	10.7	0.36	0.42	11.6	29.4	1.07

注) 1)川砂+ピートモス+パーライト=1:1:1, 2)実生掘り上げ後に測定, 3)土対水=1:5の抽出液, 4)屈曲型実生3本の平均値



第2図 育苗土の種類がヒリュウ実生の生育に及ぼす影響 (1999年播種)

第3表 育苗土の特性とヒリュウ実生の乾物重, T-R率との相関係数 (1999年播種 跡土)

	DW				T-R					
	全重	t-test <sup>1)</sup>	茎	t-test	全根	t-test	細根	t-test	率	t-test
DW										
全重	1.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
茎	0.990	**	1.000	-	-	-	-	-	-	-
全根	0.981	**	0.943	**	1.000	-	-	-	-	-
細根	0.901	**	0.857	**	0.931	**	1.000	-	-	-
T-R率	0.834	**	0.882	**	0.739	**	0.646	**	1.000	-
育苗土の特性										
仮比重	0.509	**	0.548	**	0.440	*	0.434	*	0.767	**
圃場容水量	-0.480	**	-0.490	**	-0.451	*	-0.473	**	-0.671	**
pH(H <sub>2</sub> O)	-0.354	ns	-0.316	ns	-0.396	*	-0.361	*	-0.251	ns
EC	-0.411	*	-0.426	*	-0.378	*	-0.383	*	-0.615	**
イオン濃度										
F <sup>-</sup>	0.481	**	0.503	**	0.435	*	0.490	**	0.621	**
Cl <sup>-</sup>	0.090	ns	0.077	ns	0.105	ns	-0.009	ns	-0.104	ns
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	-0.486	**	-0.472	**	-0.490	**	-0.459	**	-0.594	**
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	0.480	**	0.479	**	0.465	**	0.505	**	0.527	**
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	-0.217	ns	-0.266	ns	-0.144	ns	-0.190	ns	-0.406	*
Na <sup>+</sup>	0.347	ns	0.321	ns	0.370	*	0.308	ns	0.294	ns
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0.257	ns	0.261	ns	0.239	ns	0.388	*	0.293	ns
K <sup>+</sup>	0.427	*	0.408	*	0.436	*	0.463	**	0.227	ns
Mg <sup>2+</sup>	-0.492	**	-0.508	**	-0.453	*	-0.492	**	-0.612	**
Ca <sup>2+</sup>	-0.608	**	-0.629	**	-0.561	**	-0.555	**	-0.762	**

注 1) \*, \*\*, 5%, 1%レベルで有意性あり(n=30)

第4表 リン酸とピートモス施用が赤玉土の物理・化学的特性とヒリュウ実生の生育に及ぼす影響 (2000年播種)

育苗土の種類	基肥	育苗土の特性 <sup>1)</sup>									実生の生育 <sup>3)</sup>						
		仮比重 (g/cm <sup>3</sup> )	圃場容水量 (g/cm <sup>3</sup> ・100)	pH (H <sub>2</sub> O)	EC <sup>2)</sup> (μS/cm)	水抽出液のイオン組成 <sup>2)</sup>					生育数 (本/鉢)	茎径 (cm)	根径 (cm)	茎長 (cm)	根長 (cm)	DW (g)	
						NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	K <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>							Ca <sup>2+</sup>
赤玉土	無	0.51	37.8	5.66	36.4	1.65	-	8.59	2.53	0.550	1.97	10.0	0.26	0.30	9.1	22.0	0.51
赤玉+ピートモス(50%)	無	0.29	37.8	5.50	35.4	1.24	-	8.13	2.35	0.727	1.59	8.0	0.23	0.27	8.0	21.7	0.36
赤玉土	燻リン50g	0.52	35.5	6.25	163	2.99	-	64.94	3.40	8.550	18.92	11.5	0.24	0.29	10.0	20.5	0.47
赤玉+ピートモス(50%)	燻リン50g	0.35	41.9	6.78	116	1.53	8.15	31.90	2.06	7.490	12.76	7.5	0.31	0.43	11.5	20.0	0.74
赤玉土	過石50g	0.51	35.4	5.90	197	1.36	-	99.58	2.44	1.500	37.12	9.0	0.38	0.45	17.5	23.7	1.41
赤玉+ピートモス(50%)	過石50g	0.31	40.7	5.83	164	0.55	-	81.44	1.24	1.205	31.93	10.0	0.35	0.44	16.3	19.2	0.91
川砂	無	1.30	21.4	5.75	19.6	0.97	1.27	-	1.31	0.084	0.14	4.0	0.33	0.41	13.7	20.3	0.95
川砂+赤玉土(50%)	無	0.95	30.7	5.73	27.9	0.51	-	5.29	1.73	0.265	1.13	9.0	0.27	0.31	9.6	16.2	0.42
水田作土	無	1.18	35.3	5.35	27.4	6.14	1.96	0.18	2.29	0.207	0.66	10.5	0.35	0.43	14.5	22.0	1.10
水田作土+赤玉土(50%)	無	0.80	36.3	5.55	36.3	3.04	-	5.76	3.00	0.421	1.48	10.5	0.26	0.29	10.3	23.0	0.49

注 1) 実生掘り上げ後に測定, 2) 土対水=1:5の抽出液, 3) 屈曲型実生3本の平均値

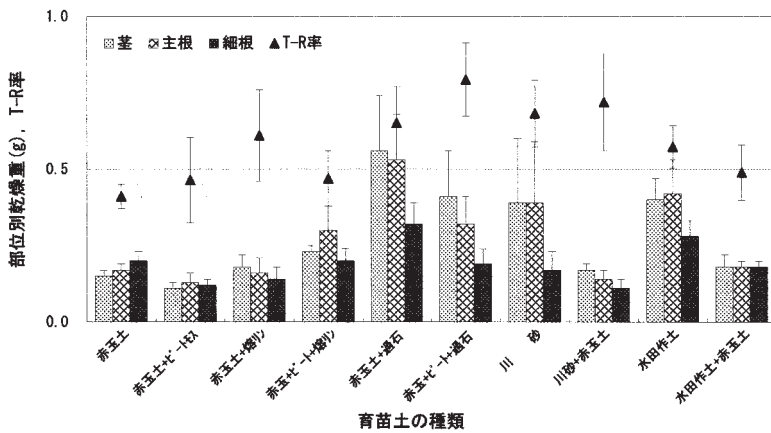
ヒリュウ実生の生育は前年と同様、水田作土、UCソイル、水田作土+川砂において良好でT-R率が1前後となり、赤玉土と鹿沼土+ピートモスで生育が劣り、T-R率が1以下で低かった。赤玉土に川砂を混ぜると生育が促進され、T-R率がやや高まった(第2図)。

1本当たりの乾燥重、T-R率と育苗土の特性との相関関係を計算した結果、正の相関関係が認められたのは仮比重、フッ素イオン、リン酸イオン、カリウムイオンで、負の相関関係が認められたのは圃場容水量、EC、硝酸イオン、マグネシウムイオン、カルシウムイオンであった(第3表)。

## 2 赤玉土へのリン酸またはピートモスの施用効果

赤玉土へのピートモス混合により仮比重は0.5から0.3に低下し、圃場容水量は35g/100 cm<sup>3</sup>から40g/100 cm<sup>3</sup>に増加した(第4表)。赤玉土への過石施用によりECは35 μS/cmから150 μS/cm以上に上昇し、硫酸イオンとカルシウムイオンの濃度も増加した。リン酸イオンは赤玉土に燻リンとピートモスを混合した育苗土で検出された。

実生の1本当たり乾燥重は赤玉土のみの場合0.5gと著しく生育不良であったが、赤玉土+過石で1.4g、赤玉土+ピートモス+過石が0.9gと過石の施用で生育が促



第3図 リン酸施用がヒリュウ実生の生育に及ぼす影響 (2000年播種)



写真1 過石施用により生育が促進されたヒリュウ実生  
左から2束づつ：赤玉土,赤玉土+ピートモス,  
赤玉土+過石,赤玉土+ピートモス+過石

第5表 育苗土の特性とヒリュウ実生の生育 (1998年植付け)

育苗土の種類	生育数 <sup>b)</sup> (本/鉢)	掘上げ時 新鮮重 (g/本)	増加率 (倍)	茎径 (cm)	茎長 (cm)
川砂	3	25.2	19.0	0.63	38
UCソイル <sup>1)</sup>	4	26.1	20.5	0.66	48
花崗土	5	20.5	17.6	0.57	34
水田作土	5	23.7	19.1	0.65	50
混合土 <sup>2)</sup>	5	17.5	14.5	0.61	34
赤玉土	4	9.5	7.1	0.42	23
赤玉土+腐葉土(20%)	5	14.9	12.4	0.62	30
鹿沼土+ピートモス(50%)	5	11.2	9.2	0.43	24
ミカン園A <sup>3)</sup>	5	15.3	13.4	0.57	38
ミカン園A+堆肥	5	13.8	12.5	0.62	36
ミカン園B <sup>4)</sup>	5	27.6	14.5	0.68	46
パーミキュライト+オガクズ(20%)	5	12.4	6.3	0.55	29

注 1)川砂+ピートモス+パーライト=1:1:1, 2)花崗土+水田作土+牛ふん堆肥=3:1:1  
3)安山岩土壌, 4)花崗岩土壌, 5)植付け数は5本.

進された(第4表, 写真1)。しかし, 細根のみの乾燥重は赤玉土の0.2gに対し赤玉土+過石が0.32gとやや増加, 赤玉土+ピートモス+過石では0.2gと差がなかった(第3図)。赤玉土+熔リン+ピートモス区でも生育がやや促進されたが, 熔リンやピートモスの単独施用では効果がなかった。T-R率は赤玉土+過石+ピートモスが0.8で最も高かった。

### 3 ヒリュウ実生1年生の生育

1998年の試験結果は第5表の通りであり, 川砂, UCソイル, および赤玉土では肥料焼けが原因と考えられる枯死現象がみられた。掘り上げ時の1本当たり新鮮重はミカン園B(花崗岩土壌), UCソイル, 川砂で25g以上と大きく, 赤玉土や鹿沼土+ピートモスで10g程度であり生育不良となった。

1999年に供試した移植用育苗土の跡土と元土の特性を第6,7表に示す。跡土において仮比重は川砂と花崗土が1.3, 圃場容水量は鹿沼土+ピートモスが47g/100cm<sup>3</sup>で最も大きかった。pHは最高が赤玉土+腐葉土の5.6, 最低がミカン園A+堆肥の4.1であった。ECは赤玉土が98μS/cmと最も高かった。アニオンのうちリン酸イオンの最大値を示したのはミカン園A+堆肥の27.8mg/Lであったが, 赤玉土とこれに有機物を混入した育苗土では検出されなかった。硝酸イオンは赤玉土が53.2mg/Lと多く, 花崗土では検出されなかった。カチオンのうちカリウムイオン, マグネシウムイオンは赤玉土+パーク堆肥で, カルシウムイオンは赤玉土で他の育苗土よりも多かった。

実生の生育が良好だったのは川砂と混合土+ピートモスであり, 1本当たり乾燥重は18gに達した(第6表)。このうち川砂はT-R率が1.2で地上部, 根ともに生育量が多かったが, 混合土+ピートモスではT-R率が1.4で地上部の生育が良好であった(第4図)。赤玉土や赤玉土+パーク堆肥では

第6表 育苗土の特性とヒリュウ実生の生育 (1999年植付け)

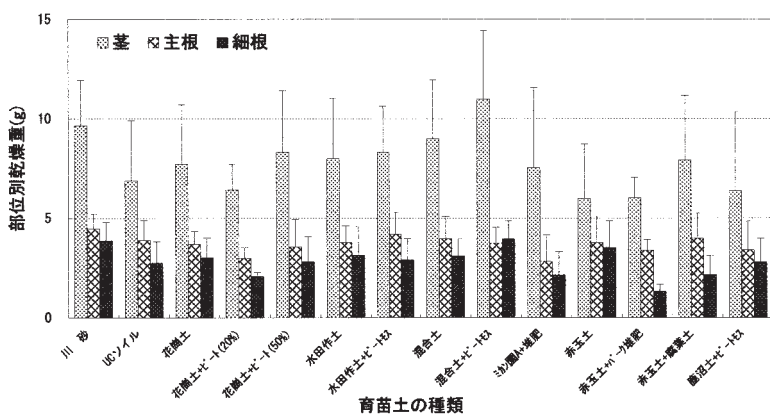
育苗土の種類	育苗土の特性 <sup>4)</sup>										実生の生育							
	仮比重 (g/cm <sup>3</sup> )	圃場含水量 (g/cm <sup>3</sup> ・100)	pH (H <sub>2</sub> O)	EC <sup>5)</sup> (μS/cm)	水抽出液のイオン組成 <sup>5)</sup>						生育数 <sup>6)</sup> (本/鉢)	莖径 (cm)	根径 (cm)	莖長 (cm)	根長 (cm)	DW (g)	T-R	
					NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>								Ca <sup>2+</sup>
川 砂	1.34	18.2	5.34	21.1	1.85	12.77	1.52	0.84	3.17	-	0.18	6	0.81	0.98	62.3	37.7	18.0	1.15
UCソイル <sup>1)</sup>	0.59	30.3	4.43	29.6	0.90	10.83	0.90	0.54	3.94	0.053	0.35	5	0.72	0.89	42.4	57.8	11.3	1.01
花 崗 土	1.33	17.6	5.12	22.3	-	10.97	0.88	0.88	3.35	0.003	-	6	0.79	0.89	44.5	31.0	14.5	1.14
花崗土+ピートモス(20%)	1.16	27.4	4.91	26.1	-	16.84	-	0.44	3.86	0.026	0.24	6	0.75	0.90	44.0	31.2	11.5	1.27
花崗土+ピートモス(50%)	0.78	32.1	4.73	31.5	0.18	16.35	2.26	1.35	5.96	0.037	0.34	6	0.76	0.88	47.0	35.5	14.7	1.33
水 田 作 土	0.99	31.0	4.51	42.3	4.39	11.18	7.01	1.79	6.71	0.109	0.51	6	0.73	0.85	52.0	50.5	14.9	1.14
水田作土+ピートモス(20%)	0.87	37.4	4.41	38.2	1.83	11.82	4.61	1.27	6.51	0.037	0.24	6	0.75	0.93	48.8	44.7	15.4	1.18
混 合 土 <sup>2)</sup>	1.19	23.8	4.62	26.2	0.85	15.39	1.43	1.41	4.73	0.004	-	6	0.83	0.93	52.2	32.7	16.1	1.27
混合土+ピートモス(20%)	0.95	29.6	4.39	35.0	3.29	16.61	3.64	1.63	6.92	0.052	0.39	6	0.81	0.96	59.7	41.0	18.7	1.42
ミカン園A <sup>3)</sup> +堆肥(50%)	0.61	38.1	4.07	53.1	2.52	27.83	4.11	1.41	9.32	0.205	1.78	5	0.76	0.90	49.6	31.2	10.4	1.55
赤 玉 土	0.47	44.3	4.61	97.7	53.20	-	2.36	0.11	5.01	0.966	12.05	5	0.69	0.84	41.8	66.6	11.1	0.80
赤玉土+バーク堆肥(20%)	0.35	41.6	5.32	85.4	14.22	-	26.96	0.03	11.27	1.419	6.68	6	0.79	0.89	42.5	26.5	10.7	1.29
赤玉土+腐葉土(20%)	0.54	42.8	5.61	73.9	12.73	-	18.48	0.03	10.90	0.530	6.68	6	0.77	0.92	47.5	25.5	14.1	1.26
鹿沼土+ピートモス(50%)	0.24	46.8	4.31	90.8	3.36	-	31.79	0.17	4.51	0.848	10.54	6	0.68	0.82	44.5	60.2	12.6	0.97

注 1) 川砂+ピートモス+パーライト=1:1:1, 2) 花崗土+水田作土+牛ふん堆肥=1:1:1, 3) 安山岩土壌, 4) 実生掘り上げ後に測定, 5) 土対水=1:5の抽出液 6) 植付け数は6本.

第7表 育苗土, 育苗用資材の水抽出液の特性 (1999年植付け前)

土壌・資材の種類	混合比 <sup>3)</sup>	pH	EC (μS/cm)	水抽出液のイオン組成 (mg/L)								
				Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Na <sup>+</sup>	KH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>
川 砂	1:5	6.97	9.1	0.42	-	0.49	0.72	0.10	0.12	0.85	0.16	0.77
花 崗 土	1:5	7.10	8.6	0.68	-	t r	0.76	0.93	-	-	0.01	0.03
水田作土	1:5	5.16	18.1	1.15	1.43	t r	2.79	0.57	0.06	0.69	0.20	1.54
混合土 <sup>1)</sup>	1:5	6.80	13.3	0.20	-	4.65	0.09	0.17	0.17	0.37	0.34	1.44
赤 玉 土	1:5	6.80	28.3	3.32	5.23	-	1.12	0.64	0.13	0.63	0.58	2.17
鹿 沼 土	1:10	6.87	20.1	1.12	4.83	-	0.72	0.29	0.13	0.25	0.21	0.98
牛ふん堆肥	1:5	7.80	334	17.37	30.31	111.41	18.27	11.86	3.31	71.28	7.94	11.49
バーク堆肥	1:10	7.07	1530	411.27	193.94	379.40	3.68	58.27	5.54	308.92	8.30	8.91
ピートモス	1:100	4.02	21.0	2.81	-	-	0.56	1.50	0.13	0.45	0.07	0.17
パーライト	1:100	5.80	5.1	0.28	-	-	0.44	0.39	-	0.10	0.03	0.09
パーミキュライト <sup>2)</sup>	1:5	6.01	31.4	2.07	7.16	-	3.85	1.56	0.05	1.27	0.35	1.25

注 1) 花崗土+水田作土+牛ふん堆肥=3:1:1, 2) 粒系約5mm, 3) 水抽出時の資材と水の混合比.



第4図 育苗土の種類がヒリュウ実生の生育に及ぼす影響 (1999年植付け)

1本当たり乾燥重が11g程度で生育が劣り, 赤玉土のT-R率は0.8と低く地上部の生育が劣った. ミカン園A+堆肥では1本当たり乾燥重が10gと小さかったが, T-R率は1.55と最大であった. 細根は堆肥や

バーク堆肥を混ぜた土で相対的に少なく, T-R率が1.2以上となった.

## IV 考 察

### 1 背景

カラタチの屈曲型変異系統であるヒリュウを台木として用いるとウンシュウミカン等カンキツ類に対してわい化, および品質向上効果が認められる<sup>3), 8), 28)</sup>. しかし, ヒリュウはカラタチよりも実生の生育が遅いため長期の育苗期間を要すること, 極早生ウンシュウの台木としてはわい化効果が強すぎる<sup>17)</sup>等が問題点として指摘されている. このため, 実生の生育を促進し, 短期間に苗木を養成することがヒリュウ台木の普及につながると考え

られる。また、日本のカンキツ産地は様々な土壌条件の上に立地しているため、ヒリュウ等新台木の土壌適応性や肥料への反応を解明しておくことは重要である。

健全な苗を育てるためには、作物の種類に適した育苗土を選び、好適な物理・化学性を整える必要がある。特に、播種後における実生の生育は以後の生育を大きく左右するため、播種用土の選定と肥培管理が重要である。Wutscher<sup>31)</sup>はカンキツ類の主要台木の土壌適応性について、ラフレモンは耐乾性に優れ、サワーオレンジはアルカリ土壌に、クレオパトラは塩類集積土壌に耐性があること、日本のカンキツ台木として広く使われているカラタチは重粘質土壌に適し、養分の少ない砂質土壌、アルカリ土壌、塩類集積土壌には好ましくないと述べている。我が国においてもカラタチ台ウンシュウミカンの母材を異にする土壌での生育に関する研究はあるが<sup>24), 25), 26)</sup>、ヒリュウ等カンキツ台木実生の生育と土壌の種類との関連を調査した例はみあたらない。

本報では、各種基本用土、混合土、ミカン園土壌等育苗土の種類がヒリュウの種子の発芽、発芽後の生育、移植した実生苗の生育に及ぼす影響を調査し、育苗土の物理・化学的特性と生育との関連を明らかにしようとした。また、生育が劣った育苗土へのリン酸の施用効果を明らかにしようとした。

## 2 ヒリュウ種子の発芽

播種後のヒリュウ種子の発芽は川砂、UCソイル、水田作土、赤玉土、鹿沼土+ピートモスで良好であった。しかし、ミカン園土壌A（安山岩土壌）に堆肥を混合した区やオガクズのように未熟な有機物を混用した区では発芽率が低かった。これは過湿による根腐れか、有機物中の有害菌が原因と考えられる。また、赤玉土に過石を施用した区では発芽時期がやや遅れる傾向がみられた（データ省略）。これはEC上昇による水ポテンシャルの低下が種子の吸水を抑制したことが原因と考えられる。

## 3 ヒリュウ実生の生育と育苗土の物理性

各種育苗土における発芽後の実生の生育と移植後の実生の生育はほぼ同様な傾向を示したので、発芽後の実生を中心に、生育と育苗土の物理・化学的特

性との関連、リン酸の施用効果を考察する。

育苗土の物理性について、野菜苗では土壌中の空隙量が地下部の生育の指標になるとの報告がある<sup>10), 29)</sup>。ウンシュウミカンに関しても非毛管孔隙が発達し、排水が良好な土壌が生育に適するといわれている<sup>16)</sup>。古賀<sup>9)</sup>によると、ミカンの根の伸長に關与する物理的要因は非毛管孔隙および仮比重と固相率であって、根量分布の抑制域となるのは非毛管孔隙率が20から15%、仮比重が花崗岩土で1.6、和泉砂岩の細粒質土で1.1、安山岩等その他土壌で1.2から1.4である。土壌硬度に関しては、仮比重が高くpF2.0以上の条件下で山中式硬度計の読みが20mmで根の伸長を抑制する。峯ら<sup>13)</sup>も同様に、仮比重が1.4以上で根の量が減少すると報告している。

今回の試験では、播種後のヒリュウ実生の生育と正の相関関係が認められたのは仮比重であり、圃場容水量と負の相関関係が認められた。この相関関係は、仮比重が小さく圃場容水量が大きい赤玉土と鹿沼土+ピートモス区での極端な生育不良によってもたらされたとも考えられる。本試験で用いた育苗土の仮比重は最大でも約1.3であり、仮比重が1.3以下での結論といえる。また、本試験では灌水を頻繁に行なったため土壌は過湿傾向で推移し、ピートモス等有機物を混合し圃場容水量が高まった育苗土では細根が根腐れを起こし、結果としてT-R率が高くなることが認められた。このことから、圃場容水量が大きい育苗土では過湿が根の生育に負の作用をもたらしたと考えられる。しかしながら、一般的な育苗土の特性としては、保水性が良好で、土壌の乾燥を抑制することが求められる。

本試験において非毛管孔隙の測定は行なわなかったが、UCソイル、赤玉土、鹿沼土+ピートモスのように非毛管孔隙が多いと推察される育苗土においては、白くて健全な細根が多く観察された。逆に、非毛管孔隙が少ないと推察される川砂では、鉢底部で根腐れが生じていた。川砂にピートモスとパーライトを混合したUCソイルは川砂よりも仮比重が小さくて圃場容水量が大きく、健全な根が多く発達していた。ピートモスとパーライトは土壌孔隙を増やして物理性を改善したと考えられ、土壌孔隙の多さは健全な根の発達にとって重要であることが示された。一般に物理性の改善を目的にポーラスな有機質、

ないし無機質資材の投入が行なわれており、この場合、仮比重が低下する。著者の一人内田らも2年生ヒリュウ実生を用い、培土に対しパーライトや竹炭を10%混入し、その効果を見たが差は認められなかった。この試験では化成肥料に対し緩効性であるアミノ酸質肥料の施用により生育が優れた(未発表)。

#### 4 ヒリュウ実生の生育と育苗土の化学性

Yudaら<sup>33)</sup>によると1年生のカラタチ台ウンシュウミカンの生育量はpH6前後で最も優れるとし、古賀<sup>9)</sup>はpH4.0および7.5で生育が劣るとしている。今回の試験でも、pHが4.1と極端に低い区(第6表のミカン園A+堆肥区)で実生の生育、特に根の生育が抑制される傾向がみられた。

ECは生育との間に負の相関関係がみられたが、その作用は直接的でなく、生育不良で養分が十分吸収されず残存肥料分がECを高めた可能性が大きい(第7表)。

斎藤ら<sup>19)</sup>はカラタチ実生への肥料3要素の濃度の影響を砂耕栽培で検討した。その結果、低窒素区(15ppm)で生育が優れ、40ppm以上で生長が阻害された。また、リン酸は10ppmから90ppmの間では高濃度ほど生育が良かった。さらに斎藤らはヤマミカン、サツマキコク、ナツダイダイで<sup>20)</sup> <sup>21)</sup> <sup>22)</sup>、山本ら<sup>32)</sup>はユズでも同様の試験を行い、窒素とリン酸の濃度に対する品種間差異が存在することを指摘している。このように、窒素とリン酸は生育に対する影響が大きい、水抽出液中の濃度から関連を検討した試験はほとんど例がない。

土壌の水抽出液成分のうち、硝酸やカルシウムは土壌溶液中の濃度を反映するが、硫酸やカリウムは抽出時の水と土の割合により抽出量が異なる<sup>6)</sup> <sup>30)</sup>。したがって、水抽出液による土壌診断は特定の条件下でのみ有効であるが、この方法は分析が簡便であることから今回の試験で取り上げ、生育との関連を検討した。

土壌中のリン酸は様々な形態をとっており、作物の生育との関連については不明な点が多い。久保ら<sup>11)</sup>は、野菜類において育苗培土の適正なリン酸量の指標は水溶性リン酸(w-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)であり、果菜類では培土100ml当たりw-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>が3~6mgとしている。橘田ら<sup>7)</sup>によると、乾物重の増加が頭打ちとなる培養土

の水溶性リン酸濃度は葉菜類とトマトでは29mgL<sup>-1</sup>、キュウリでは1mgL<sup>-1</sup>であり、作物により大きく異なる。坂本ら<sup>24)</sup>は愛媛県内の母材が異なる土壌とウンシュウミカンの生育との関連を調査し、水溶性リン酸が1mg/乾土100g、0.002N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>可溶性リン酸(Truog態リン酸)が20mg/乾土100gの土壌で生育が良好であるとしている。これらの数値はP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>で表わされており、本試験で播種後のヒリュウ実生の生育が良好であった川砂、UCソイル、水田作土のP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>は第2表のリン酸イオン(PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>)濃度から換算すると、それぞれ2.3, 5.3, 1.8mg/100gとなる。この値は果菜類での水溶性リン酸の好適濃度に近い値であり、坂本ら<sup>23)</sup>の1mgを超えていた。一方、本試験で播種後、及び移植後におけるヒリュウ実生の生育が劣った赤玉土と鹿沼土+ピートモスでは、水抽出液中にリン酸が検出されなかった。赤玉土に川砂を混合した育苗土では実生の乾物重が増加しており、川砂が生育を促進させたと考えられるが、赤玉土と同様に水抽出液中にリン酸が検出されなかった。これらのことから、赤玉土や鹿沼土を含む土壌は、水抽出を行なう過程で土壌に含まれる多量のアルミニウムとリン酸が結合して不溶化するなどの影響も考えられる。今後は土壌中の有効態リン酸と水抽出液中のリン酸との関係を明らかにしていく必要がある。

花崗土、および花崗土+バーミキュライトでは跡土の水抽出液にリン酸が測定されたが(第2表)、播種後のヒリュウ実生の生育はそれほど良好ではなかった。これら育苗土の硝酸イオン濃度は2mg/L以下で水田作土の8mg/Lに比べるとかなり低く、硝酸イオンの流亡による窒素不足が生育不良をもたらした主因と考えられる。

#### 5 リン酸の施用効果

カンキツ類をはじめ果樹に対するリン酸の施用効果は様々であり、対象とする樹種、台木、肥料の形態、濃度、施用法、土壌の種類等により異なる。石原<sup>4)</sup>によると、土壌への過石施用区で梨と桃の実生は生育が良好であったが、柿実生では生育が劣った。安達ら<sup>1)</sup> <sup>2)</sup>は2年生ウンシュウミカンへのリン酸施肥の効果を検討し、ユズ台では尿素・熔リン区で、カラタチ台ではリン安區で生育が優れたと報告して

いる。Martinら<sup>12)</sup>によると、スイートオレンジ実生の生育はリン酸の濃度に依存し、1エーカー当たり360ポンドまでの施用で促進される。施肥方法との関連では、ウンシュウミカンの若木に対する過石の効果は表層施用より全層施用で顕著であった<sup>14)</sup>。岡田ら<sup>18)</sup>によると、過石施用によるナツダイダイ実生の乾物重の増加は、玄武岩土壌の根で認められたが、安山岩、黒ボク、古生層土壌では認められなかった。この時用いた土壌はカンキツ園から採取したので、土壌中のリン酸含有量が多く施用効果が現れなかったと考察している。一方、過リン酸石灰の施用によりpHが低下し、ウンシュウミカンの幼木<sup>23)</sup>や、グレープフルーツ<sup>27)</sup>の細根が減少したとの報告もある。

このように、リン酸施用に対する果樹の反応はまちまちであるが、本報では、リン酸吸収係数が高い赤玉土を供試し、ヒリュウ実生の播種後の生育に及ぼすリン酸の施用効果を検討した。中間ら<sup>15)</sup>や坂本ら<sup>23)</sup>によると、リン酸は土壌中での移動が少なくほとんどが表層土に吸着される。このため、リン酸肥料は基肥として育苗土に混ぜる方法で施用した。また、多量の過石施用はpHの低下と細根の減少をもたらすと報告もあり<sup>33)</sup>、肥料焼けを起こさないよう混合後しばらく放置してから播種した。

その結果、赤玉土1L当たり25gの過石施用( $P_2O_5$ : 4.4g/L)で播種後のヒリュウ実生の生育が明らかに促進されることが認められた。生育促進効果は根よりも地上部が大きくT-R率が増加したが(第3図)、細根の減少は観察されなかった。効果が現れた原因として、リン酸が不足している赤玉土を用いたこと、赤玉土のpHは過石施用により5.7から5.9にわずかに上昇したのみで、変化が小さかったことがあげられる。リン酸の施用量は赤玉土1L当たり4.4gで、これまでに報告されている施用量よりもかなり多めである。しかし、岡田ら<sup>18)</sup>によると火山灰土壌である黒ぼく土壌のリン酸吸収係数は2100mg/100g以上と高い。著者らの測定によれば赤玉土のリン酸吸収係数は2940mg/100g、18.4g/Lであったので、4.4g/Lの施用量はリン酸吸収係数の24%に相当する。この育苗土では、跡土の水抽出液中にリン酸は測定されなかったが、実生の生育は促進され施用したリン酸の一部は根に吸収されたもの

と推察される。したがって、リン酸吸収係数が高い土でも、リン酸質肥料を施用すれば育苗土に適するものと考えられる。なお、森本<sup>14)</sup>が報告しているように、過石施用により電気伝導度(EC)の上昇が認められた。

赤玉土に熔性リン肥を単独で混合した育苗土では、水抽出液中にリン酸が検出されず生育促進効果も明確でなかった。しかし、ピートモスを同時に混合した育苗土ではリン酸が測定され、わずかに生育促進効果がみられた(第4表)。熔リンは可溶性リン酸を主成分としており、熔リンの効果発現には他の要因がからんでいる可能性がある。

## 6 有機物の施用効果

岩切ら<sup>5)</sup>によると、米ぬか施用によりカラタチ実生の生育が促進され、有機物添加の効果が報告されている。今回用いたUCソイルは川砂とピートモスとパーライトを等量混合したものであり、播種後のヒリュウ実生の生育と根の発達は良好であった(第1,2表)。配合時に肥料分を添加しなかったが跡土の水抽出液中にはリン酸イオンと硝酸イオンが適度に含まれていた。したがって、ピートモスとパーライトは保水性や通気性など物理性の改善とともに肥料分の保持にも有効であったと推察される。ただし、移植後の1年生実生の生育はUCソイル区で優れず、粒径が小さなパーライトを用いて配合したことが一因として考えられる。

花崗土にピートモスを混合した育苗土(第6表)は、花崗土よりも仮比重が小さく圃場容水量が大きかった。また、跡土の水抽出液中にはリン酸イオンが16mg/L含まれたが、硝酸イオン濃度は1mg/L以下で低く、実生の生育もそれほど良好ではなかった。鉢底部分では水分過多が原因と思われる細根の根腐れが観察された。

花崗土+水田作土+牛ふん堆肥の混合土、およびこれにピートモスを混合した育苗土では、跡土の水抽出液中にリン酸と硝酸イオンが適度に含まれ、1年生実生の生育が良好であった。これら育苗土では根よりも地上部の生育が促進され、T-R率が高まった(第6表、第4図)。牛ふん堆肥を混用した育苗土で種子の発芽率は低かったが、1年生実生は発芽後間もない実生より高ECや有害菌に対する抵抗力



が高く、牛ふん堆肥からの肥料分の補給により、生育が促進されたものと推察される。

ミカン園土壌A（安山岩土壌）に堆肥を混合した区では発芽後の実生の生育数が少なく、移植後の1年生実生の生育も優れなかった。この育苗土の水抽出液にはリン酸イオンが28mg/L含まれたが、硝酸イオン濃度は2.5mg/Lと低く、pHは4.1と低かった（第6表）。古賀<sup>9)</sup>によるとウンシュウミカンの根の生育はpH4以下で抑制されるので、pHの低さ、あるいは窒素不足が生育不良をもたらしたと推察される。

以上のように、有機物の施用による土壌の物理・化学的特性の改善や、実生の生育促進効果は施用した有機物の種類と土壌条件により異なる結果となった。

## V 摘 要

カンキツ類のわい性台木として有望なヒリュウ実生の播種後、移植後の生育に及ぼす育苗土の種類の影響、赤玉土へのリン酸の施用効果を検討した。

1 播種後のヒリュウ種子の発芽はUCソイル、水田作土、赤玉土、鹿沼土+ピートモスで良好であった。しかし、未熟な有機物を混用した区では発芽率が低く、発芽後の生育途中で枯死する個体がみられた。

2 発芽後、および移植後のヒリュウ実生の生育は川砂、水田作土（天土）、UCソイルで優れ、地上部、根ともに生育が良好でT-R率は1前後であった。これら育苗土の跡土の水抽出液には、リン酸イオンと硝酸イオンが適度に含まれていた。赤玉土や鹿沼土+ピートモスでは生育量が少なく、特に地上部の生育が劣りT-R率が0.4から1の範囲で低かった。これら育苗土跡土の水抽出液にはリン酸イオンが検出されなかった。

3 播種年のヒリュウ実生の乾燥重、細根量、T-R率と育苗土跡土の物理・化学的特性との相関係数を計算したところ、正の相関関係が認められたのは仮比重、フッ素イオン、リン酸イオン（ $\text{PO}_4^{3-}$ ）、カリウムイオンで、負の相関関係が認められたのは圃場容水量、EC、硝酸イオン（ $\text{NO}_3^-$ ）、マグネシウムイオン、カルシウムイオンであった。

4 赤玉土1L当たり25gの過リン酸石灰（ $\text{P}_2\text{O}_5$ ：4.4g/L）を基肥として混用したところ、播種後実生の生育、細根量、T-R率が増加した。溶性リン肥の効果はわずかであった。

5 ピートモスや堆肥など有機物を適度に混ぜた育苗土では、播種後、および移植後の実生ともに生育が良好で、特に地上部の生育が促進されT-R率が1.2以上となった。

これらの結果から、ヒリュウの播種・移植用土としては川砂、UCソイル、水田作土が優れること、赤玉土にはリン酸質肥料の施用が効果的なこと、1年生実生の生育には有機物の混用が有効であることが示された。

## 謝 辞

本研究の遂行に当たり、分析に御助言、御協力をいただいた傾斜地基盤部資源利用研究室の吉田正則博士に深く感謝いたします。

## 引用文献

- 1) 安達義正・中島芳和・堀金正巳 1966. ユズ台およびカラタチ台温州ミカンの生育ならびに果実の収量と品質に及ぼすリン酸施肥の影響. 園学雑35:98-105.
- 2) 安達義正・大和浩国 1967. ユズ台およびカラタチ台温州ミカンの生育におよぼす窒素および燐酸源の異なる肥料形態の影響. 徳島果試報 1:25-27.
- 3) 堀江裕一郎・松本和紀・栗原 実・大庭義材 2000. 高うねマルチ栽培における‘ヒリュウ’台カンキツ3品種の生育、収量および果実品質. 福岡農総試研報 19:64-67.
- 4) 石原正義 1958. 果樹に対する燐酸葉面撒布に関する研究(第2報)燐酸葉面撒布に関する基礎的研究(1953-1957年). 農技研報 E-7:55-85.
- 5) 岩切 徹・小野 忠 1988. 果樹園における有機物施用効果の解析. 第7報 ミカン樹の根群形成に及ぼす有機物と燐酸資材の施用効果. 佐果試研報 10:59-69.

- 6) 関東ハウス土壤研究グループ. 1966. ハウス土壤の塩類集積の実態. 1:5侵出法にもとづいて. 農及園 41:1451-1455.
- 7) 橋田安正・新妻成一・茂角正延・大澤元成・森国博全 2001. 野菜類セル成型苗の培養土適正なリン酸濃度. 土肥誌 72:167-174.
- 8) 小林康志・大野文征・岡田正道・鹿野英士・牧田好高・加々美裕・井口 功・原 節生・黒柳栄一・佐々木俊之 1995. ‘ヒリュウ’台木が‘青島温州’の生育・収量・果実品質に及ぼす影響. 静岡柑試研報 26:23-30.
- 9) 古賀 汎 1972. 温州ミカン園における下層土の物理性に関する研究. 四国農試報 25:119-232.
- 10) 久保省三・島田永生・岡本信行 1991. 園芸用育苗培土の理化学性の相違が果菜苗の外観的諸形態および養分吸収に及ぼす影響. 園学雑 60:555-566.
- 11) 久保省三・嶋田永生・岡本信行 1992. 園芸用育苗培土に対するリン酸施用量の相違が野菜苗の生育に及ぼす影響. 園学雑 61:535-542.
- 12) Martin, J.P. and S.D.van Gundy 1963. Influence of soil phosphorus level on the growth of sweet orange seedlings and the activity of the citrus nematode (*Tylenchulus Semipenetrans*). Soil Sci.96:128-135.
- 13) 峯 浩昭・小田真男 1984. 温州ミカン園における表層下層土改良(第1報)オガクズ入鶏ふんの連用と深耕が根群分布に及ぼす影響. 大分柑試報 2:51-68.
- 14) 森本拓也 1980. 温州ミカンの若木に及ぼすリン酸施用の影響. 三重農技研報 8:50-55.
- 15) 中間和光・小池 章・石田 隆・西垣 晋・渋谷政夫・小山雄生・花岡郁子 1962. 温州ミカンに対する燐酸質肥料の影響について(第2報)夏肥として成木に施された燐酸の行動. 園学雑31:109-114.
- 16) 中間和光. 1963. みかんと土壤の物理性. 土壤の物理性 9:1-5.
- 17) 野田勝二・奥田 均・木原武士・岩垣 功・河瀬憲次 2001. 各種の台木がウンシュウミカンの極早生系統‘山川早生’の生育および果実品質に及ぼす影響. 園学雑 70:78-82.
- 18) 岡田長久・望月一夫 1984. 異なる土壤に施用したリン酸とカリがカンキツの生育と樹体内養分に及ぼす影響. 静岡柑試報 20.11-20.
- 19) 斎藤泰治・山本末之 1962. 柑橘の砧木用植物の生長におよぼす窒素, 燐酸, および加里の濃度の影響. 第1報 枳穀. 宮大農報 8:75-89.
- 20) 斎藤泰治・山本末之 1962. 柑橘の砧木用植物の生長におよぼす窒素, 燐酸, および加里の濃度の影響. 第2報 山蜜柑. 宮大農報 8:90-105.
- 21) 斎藤泰治・山本末之 1964. 柑橘の砧木用植物の生長におよぼす窒素, 燐酸, および加里の濃度の影響. 第3報 サツマキコク. 宮大農報 9:242-256.
- 22) 斎藤泰治・山本末之 1966. 柑橘の砧木用植物の生長におよぼす窒素, 燐酸, および加里の濃度の影響. 第4報 夏橙. 宮大農報 13:84-94.
- 23) 坂本辰馬・円木忠志・奥地 進・船上和喜 1964. 温州ミカン葉中の無機成分の組成ならびに土壤リンに及ぼす10年間のリン酸肥料施用の影響. 園学雑 33:204-212.
- 24) 坂本辰馬・奥地 進・薬師寺清司 1964. 温州ミカンの生育と母材を異にした土壤との関係(第1報)ポット試験による温州ミカン幼木の生育. 園学雑 33:280-290.
- 25) 坂本辰馬・奥地 進・薬師寺清司 1965. 温州ミカンの生育と母材を異にした土壤との関係(第2報)わく試験による温州ミカンの生育について. 園学雑 34:9-18.
- 26) 坂本辰馬・奥地 進 1967. 温州ミカンの生育と母材を異にした土壤との関係(第3報)ミカン樹の生長, 果実の収量ならびに品質に及ぼす6種類の土壤の影響. 園学雑 36:45-54.
- 27) Spencer, W.F. 1960. Effects of heavy application of phosphate and lime on nutrient uptake, growth, freeze injury, and root distribution of grapefruit trees. Soil.Sci.89:311-318.
- 28) 高原利雄・緒方達志・藤沢弘幸・村松昇 2001. ウンシュウミカン‘白川’の生育・収

量と果実品質に及ぼす各種台木の影響. 果樹試報 35:99-107.

- 29) 植田稔宏・長谷川周一1998. 育苗用土の物理生と苗の生育. 茨城農総研報 6:21-29.
- 30) 和田信一郎・角藤やす子・小田孝治・古村秀磨 1994. 7点の施設土壌における水分含量変化にともなう土壌溶液イオン組成の変化. 土肥誌 65:530-537.
- 31) Wutscher,H.K 1979. Citrus Rootstocks. Horticultural reviews 1:237-269.
- 32) 山本末之・斎藤泰治 1970.カンキツの台木用植物の生長におよぼすN, PおよびKの濃度の影響. 第5報ユズ. 宮大農報 17:74-83.
- 33) Yuda,E. and S. Okamoto. 1968. The effect of soil reaction on the growth of young citrus plants. 3. Level of phosphorus application. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 37: 45-50.

# Influences of soil type and phosphate application on the growth of 'Flying Dragon' trifoliate orange seedlings

Fumitaka TAKISHITA, Makoto UCHIDA and Shinnosuke KUSABA

## Summary

The influences of soil type and phosphate application on the growth of 'Flying Dragon' (*Poncirus trifoliata* Raffin var. *monstrosa*) trifoliate orange seedlings were investigated. Tree growth of 'Flying Dragon' sown in sandy soil, paddy soil and UC-soil (sandy soil + peatmoss + perlite) were better than that sown in akadama-volcanic soil. The concentration of  $\text{PO}_4^{3-}$  in the water extract from sandy soil, UC-soil and paddy soil were 6.0, 14.2 and 4.7  $\text{mg} \cdot \text{liter}^{-1}$ , respectively. On the other hand,  $\text{PO}_4^{3-}$  was not detected in the water extract from akadama soil. High concentration of  $\text{NO}_3^-$  was measured in the water extract from akadama soil. There was positive correlation between the total DW, amount of fibrous root, T-R ratio and the concentration of  $\text{PO}_4^{3-}$  in the water extract. Negative correlation was found between the tree growth and the concentration of  $\text{NO}_3^-$  in the water extract.

Tree growth, amount of fibrous root, and T-R ratio were increased by the application of super-phosphate to akadama-soil as basal fertilizer. In this experiment, it was demonstrated that initial growth of 'Flying Dragon' trifoliate orange seedlings be greatly attributed to  $\text{PO}_4^{3-}$  and  $\text{NO}_3^-$  extracted from the soil by water.



# 露地栽培のコマツナおよびハクサイに対する防虫ネットトンネルと太陽熱処理の併用効果

熊倉裕史・長坂幸吉\*・中川 泉・藤原隆広・田中和夫\*

Key words : physical control, physical barrier, cheesecloth, tunnel-covering, *Brassica campestris*

## 目 次

I 緒 言	27	1 目的	32
II 夏作コマツナでの防虫ネットの効果	28	2 材料および方法	32
1 目的	28	3 結果および考察	32
2 材料および方法	28	V ハクサイでの防虫ネットの効果	34
3 結果および考察	28	1 目的	34
III 秋作コマツナでの防虫ネットの効果	30	2 材料および方法	34
1 目的	30	3 結果および考察	34
2 材料および方法	30	VI 摘 要	36
3 結果および考察	31	引用文献	37
IV 夏作コマツナの防虫ネットトンネル		Summary	38
栽培への紙マルチの摘要	32		

## I 緒 言

わが国の中山間地域での農業生産を維持してゆくために、水田（転作田）を有効に利用した野菜生産を定着・安定化することが重要である。大産地を形成しづらい中山間地では、少量多品目の小規模野菜生産を軸とし、「消費者との連携・信頼関係を構築」する方策での成功事例が多く見受けられるが、今後、減農薬生産をさらに進めて、消費者に対して生産物の安全性をアピールすることが一層重要となってくるであろう。

野菜類の減農薬栽培のための手法としては、近年、天敵の利用や、黄色蛍光灯・フェロモン・黄色粘着

板などを用いた防除なども注目されているが<sup>12)</sup>、とくに中山間小規模産地で導入しやすい方法は、防虫ネットなどの被覆資材による物理的防除法と思われる。野菜栽培に防虫ネットなど被覆資材を用いる虫害回避については、これまでにアブラナ科葉菜類のキスジノミハムシ、コナガなどを主な対象として検討がなされ、一定の効果が報告されている<sup>5, 6)</sup>。しかし、対象害虫によって侵入阻止に有効な目合いが異なることや、被覆資材によって内部環境が左右され、作期によっては生育への影響が生じることが示されており、さらに多くの作物・害虫を対象とした事例の蓄積が求められている。

また、栽培前の太陽熱処理は環境に配慮した病虫

(平成14年10月2日受理)

野菜部

\*総合研究部

害・雑草害軽減方策としてとくにハウス栽培で推奨されているが、露地栽培での処理効果については研究事例が少ない。

本報告では、露地栽培のコマツナおよびハクサイの栽培への防虫ネットトンネル利用に着目し、太陽熱処理などを併用した体系的な利用方法を開発しようとした。

本報告の試験は地域先導技術総合研究(21世紀プロ7系)「中山間水田における害虫総合防除等による高品位野菜生産システムの確立」の一環として実施したものである。

## II 夏作コマツナでの防虫ネットの効果

### 1 目的

コマツナは露地あるいはハウスで周年的に生産されているが、冬季積雪のある中山間地の露地では春～積雪前までが主な栽培期間となり、試験地である京都府綾部市もそれに属する。本報告では播種期を8月下旬と10月上旬の2回設定し、作期の違いが防虫ネットの効果に及ぼす影響を知ろうとした。なお、以下において8月下旬播種の試験を夏作、10月上旬播種の試験を秋作と示すこととする。

### 2 材料および方法

#### 1) 栽培試験概要

試験場内圃場においてコマツナ(‘楽天’)を供試して栽培試験を行った。試験圃場の前作は飼料用トウモロコシで、試験直前にすき込んだ。IV、Vの試験についても同様である。播種日は8月24日、調査日は9月19～22日(播種後26～29日目)とした。各試験区は反復数3、反復当たり7m<sup>2</sup>で、1条用吸引式播種機(設定株間5cm)を用いて畝幅90cmに5条播種した。施肥は基肥のみとし、パーク堆肥、苦土石灰、化成肥料を用いてN:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=15:12:15kg/10a相当量を施用した。

#### 2) 太陽熱処理

栽培前(8月1日～8月23日)、施肥耕耘後に土壌表面を古ビニルで被覆する太陽熱処理区、および無処理区を設け、土中からの害虫発生程度について検討した。

#### 3) 防虫ネットトンネル被覆

防虫用ネットトンネル被覆がコマツナの生育に及ぼす効果を検討するための試験区として、a.ネット(0.6mm目合い;商品名「サンサンネットN-3000」)処理区、b.ネット(1.0mm目合い;商品名「防虫サンサンネットGN-2000」)処理区、c.ネット無し+慣行農薬施用区、d.ネット無し(無農薬)区、を設けた。a、b区では播種直後にトンネル処理を行い、裾は土に埋めて開口を防ぎ、収穫開始直前まで被覆を続けた。a、b、d区では、栽培期間中に農薬を用いず、c区ではシペルメトリン乳剤を播種後10、15日目に2回散布した。

#### 4) 収穫時の調査

播種後26～29日目にコマツナの生育および害虫の侵入と被害程度について調査した。収穫したコマツナは枯死・黄化した下位葉を除いて草丈、葉数、地上部生体重を測定し、可販株と不可販株に分けた。不可販株は、下位葉の他に食痕葉や病葉を除去すると葉数4以下となるもの、および上位葉に1cm<sup>2</sup>以上の食痕のあるものとした。可販株については株の外観から商品性を判定し、3(高)→1(低いが販売形態によっては販売可)のスコアを与えた。

## 3 結果および考察

### 1) 虫害の内容

栽培期間中に害虫の飛来は多く見られた。供試株が販売不可となる主要な理由は「生育遅れ」と「虫害」であったが、虫害の内容は主に、モンシロチョウ幼虫等による食痕とアブラムシ(主要種はニセグイコンアブラムシ)の寄生に2分された。マメハモグリバエによる被害(絵描き)も多数の株で見られたが、顕著な絵描きは下位葉にあり、収穫時に下位葉を除去する「調製」によってその一部は条件付きながら可販とできた。また、竹内ら<sup>8)</sup>が報告しているようなアザミウマ類による奇形および白色斑点も一部認められた。

一方、本試験ではキスジノミハムシによる被害は少なく、不可販株の主要な要因とはならなかった。アブラナ科葉菜類ではキスジノミハムシ成虫による食害が深刻な被害となる場合が多く、被覆によってこれを回避しようとする試験が既に実施され、有効な目合いは0.8mm以下であることなど、いくつかの見解が得られている<sup>2, 4, 6)</sup>。本試験ではネット無し

区でもキスジノミハムシによる被害は軽く、このため、本種に対してのネット被覆の有効性については検討できなかった。本種による被害が少なかった理由は明確ではないが、アブラナ科野菜の連作ではなかったことや、試験地での本種の発生が少ない期間の栽培であったことが、その要因に含まれるものと推測された。

2) コマツナの生育に及ぼす防虫ネットの効果

第1表に各試験区の生育について示す。また、第1, 2図に各試験区の可販株・不可販株の内訳について示す。ネットトンネル無しでは顕著な虫害のために可販株率10%以下、収量0.3kg/m<sup>2</sup>以下であったが、0.6mm目合いネット処理により可販株率70%以上、収量2.1kg/m<sup>2</sup>以上に向上した。1.0mm目合いネット区においては、0.6mmと同様に有効に虫害回避される反復区(すなわち一つのトンネル)もあったが、アブラムシが多く発生した反復区も見られた。多発生区では可販株収量が激減した。本試験では多発生区は、播種前太陽熱処理有りの一部の区であったため、太陽熱処理有りの反復区を平均すると1.8kg/m<sup>2</sup>となった。なお、太陽熱処理有りでアブラムシ侵入の無かった反復区の収量は2.6kg/m<sup>2</sup>前後であった。

0.6あるいは1.0mm目合いのネットをかけた区では苗立ち数が多く、とくに0.6mmが多かった。これは、ネット無し区では播種後の出芽期の降雨によって土壌表面が叩かれてクラストができ、出芽できない株が生じたのに対し、ネット区ではネットによりこの現象が緩和されたためと考えられた。このような苗立ち率の差によって、生育期の株密度には試験区間差が生じた。ネット区で1株重が比較的小さかったのは、生育期の密度の差によるものと考えられた。

殺虫剤散布区では可販株収量が1.8kg/m<sup>2</sup>前後となった。図表には示していないが、

第1表 ネットトンネル被覆が夏作コマツナの生育に及ぼす影響

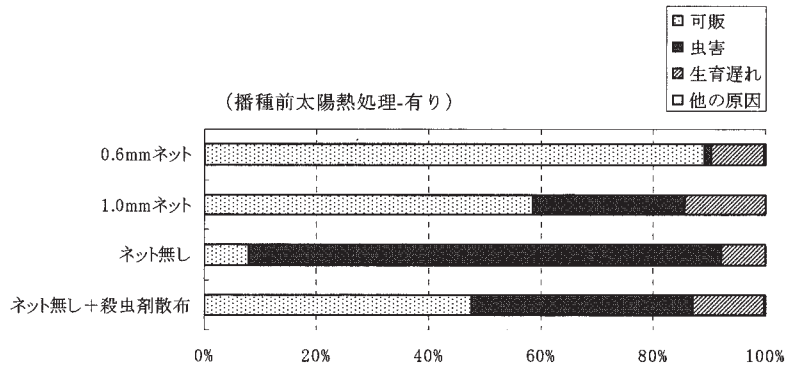
処理区名	苗立ち数 /播種数 <sup>z</sup> (%)	可販株数 /苗立ち数 (%)	可販株				収量 (kg/m <sup>2</sup> )
			1株重 (g)	草丈 (cm)	葉数 (枚)	外観 <sup>y</sup>	
(播種前太陽熱処理有りの場合)							
0.6mmネット	93.5	89.0	29.8	31.2	4.7	2.87	2.63
1.0mmネット	81.9	58.4	34.9	33.5	4.6	2.95	1.78
ネット無し	72.0	7.9	42.5	31.5	5.0	1.05	0.27
ネット無し+ 殺虫剤散布 <sup>x</sup>	73.2	47.8	48.1	34.5	4.8	2.35	1.76
(播種前太陽熱処理無しの場合)							
0.6mmネット	98.3	79.0	26.2	29.8	4.8	2.92	2.13
1.0mmネット	85.0	78.7	35.0	33.0	4.6	2.95	2.50
ネット無し	71.7	6.8	38.5	30.2	5.0	1.40	0.20
ネット無し+ 殺虫剤散布 <sup>x</sup>	79.4	57.6	39.8	31.8	4.7	1.87	1.94

注) 供試品種: '楽天', 8月24日播種, 9月19~22日調査.

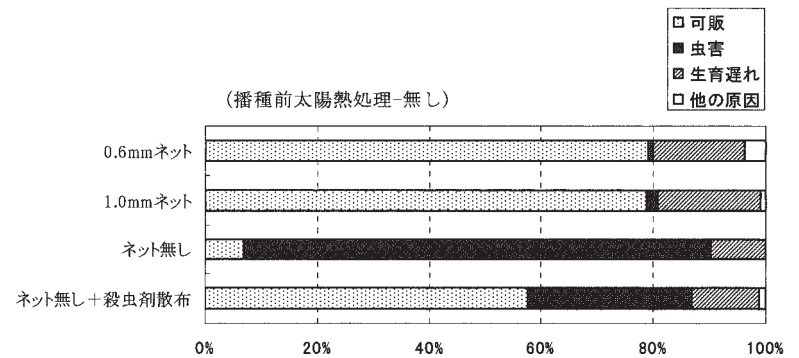
z: m<sup>2</sup>当たり 107 粒播種とした.

y: 調査株の外観から判定した商品性のスコアの平均値; 3(高)→1(低い)が販路によっては販売可).

x: シペルメトリン乳剤を2回散布(播種後10, 15日目).



第1図 ネットトンネル被覆が夏作コマツナの可販株・不可販株の内訳に及ぼす影響 (播種前太陽熱処理有りの場合)



第2図 ネットトンネル被覆が夏作コマツナの可販株・不可販株の内訳に及ぼす影響 (播種前太陽熱処理無しの場合)



殺虫剤散布区での不可販株の原因の約7割はモンシロチョウ幼虫等による食痕で、可販株にも若干のマメハモグリバエ食痕がある株が多く、秀品率が低かった。第1, 2図に示すように、収穫時の虫害株率はネット区より大きく、殺虫剤散布区の可販株収量がネット区を下回ったのは、上述の苗立ち数の差も考慮すべきではあるが、主に虫害株率の差による、と判断できた。

この結果から、本試験のような夏作で、殺虫剤によって害虫防除を図る場合は、散布回数をより多くするか、本試験で供試したのとは異なる剤を併用する必要があると考えられた。現在のところ、コマツナに対する適用殺虫剤は限定されており、それも収穫直前には使用できないので、実際には夏作では適用農薬の範囲内で殺虫剤を用いて虫害を防ぐのは非常に困難と見なしてよいであろう。本試験の結果からは、夏作での虫害回避効果は、殺虫剤利用に比べ、防虫ネット利用のほうが優れていると考えられた。同様の結果は、施設栽培のコマツナに関して既に報告されている<sup>7)</sup>。

ネット区の一部で問題となった害虫はアブラムシであったが、この繁殖の源が「ネット被覆時に内部の雑草等に潜伏していた個体を閉じ込めたもの」か、「被覆後にネットの目をくぐって侵入したもの」かは明確ではない。もし后者であれば、本データから、目合い0.6mmに比較して目合い1.0mmの場合に侵入されやすい、と考えることもできるが、本試験の反復数では判断材料として不十分であり、この点についてはさらに検討する必要がある。

### 3) コマツナの生育に及ぼす太陽熱処理の効果

本試験では、太陽熱処理の有無は苗立ち率(第1表、苗立ち数/播種数)に大きな影響を与えなかった。すなわち供試圃場では、生育初期に大きな被害を与える土壌害虫(ヨトウムシ類、キスジノミハムシ)が少なく、太陽熱処理の有無による苗立ち率の差が生じなかったものと見られた。太陽熱処理の有無に伴う差が認められた項目は、1.0mm目合いネット区の虫害(アブラムシ)株率であった。しかし、これは太陽熱処理とは関係なく、その反復区に偶然にアブラムシが侵入した結果と見られた。また、マメハモグリバエについて、田中ら<sup>9)</sup>は、太陽熱利用はシュンギクやコマツナの連続的な栽培でのマメハ

モグリバエの蛹の防除に有効であることを明らかにしている。しかし、露地栽培した本試験では、ネット無し条件では太陽熱処理区でも無処理区と同程度にマメハモグリバエ害が発生した。ネット区では本害が軽微であったことから、本試験でのマメハモグリバエ害は主にコマツナ生育期間中の飛来成虫に由来すると考えられた。

## Ⅲ 秋作コマツナでの防虫ネットの効果

### 1 目的

コマツナなど軟弱葉菜類は生育期間が短く、連作されることが多いが、連作、および栽培時期の違いに伴う虫害発生パターンの違いを明らかにするため、夏作に引き続いて作付けした秋作コマツナでの防虫ネットの効果について検討した。

### 2 材料および方法

#### 1) 栽培試験概要

夏作(8月24日から9月22日)の栽培試験終了後、すぐに残渣をすき込み、施肥、耕耘して秋作栽培した。供試品種は同じく「楽天」とした。基肥として化成肥料を用い、 $N:P_2O_5:K_2O=5:4:5$  kg/10a相当量を施用した。播種日を10月2日、調査日を11月7~9日とした。各試験区は反復数3、反復当たり7m<sup>2</sup>で、夏作と同じく1条用吸引式播種機(設定株間5cm)を用いて畝幅90cmに5条播種した。

#### 2) 防虫ネットトンネル被覆

防虫用ネットトンネル被覆が生育に及ぼす効果を検討するための試験区として、a.ネット(0.6mm目合い)処理区、b.ネット無し+慣行農薬施用区、c.ネット無し(無農薬)区、を設けた。これらの各試験区・反復区は前作(夏作)の処理内容と同一の位置となるよう配置した。a区では播種直後にトンネル処理を行い、裾は土に埋め、収穫開始直前まで被覆を続けた。a、c区では栽培期間中に農薬を用いなかった。b区ではシベルメトリン乳剤を播種後16、24日目に2回散布した。コマツナの生育および害虫の侵入と被害程度について調査した。なお、追肥として10月26日に化成肥料を用い、 $N:P_2O_5:K_2O=5.0:3.1:4.4$ kg/10a相当量を施用したが、トンネル処理のあるa区には施用しなかった。

### 3 結果および考察

#### 1) 虫害の内容

主要な虫害はモンシロチョウ幼虫等による食痕とアブラムシ（主要種はニセダイコンアブラムシ）の寄生に2分された。夏作で発生したマメハモグリバエによる被害は少なかった。一方、アザミウマ類による白色斑点<sup>8)</sup>は秋作においてもしばしば観察された。

#### 2) コマツナの生育に及ぼす防虫ネットの効果

第2表に各試験区の生育について示す。また、第3、4図に各試験区の可販株・不可販株の内訳について示す。ネット無し区では夏作播種前太陽熱処理の有無にかかわらず、可販株率は40%弱、収量は1.0kg/m<sup>2</sup>前後となり、夏作（第1表）に比較すると向上した。また、可販株の外観指数も夏作より向上した。ネット無し区での不可販株の主な原因はモンシロチョウ幼虫等による食痕であったが、調査時に天敵（クモ類やアオムシコマユバチなど）が多く観察され、これらの働きが夏作と比較した可販株率の向上に寄与したものと判断された。

0.6mm目合いネット区では可販株率50%前後、収量0.8~1.7kg/m<sup>2</sup>となり、夏作に比べて虫害回避効果が大きく低下した。その要因はアブラムシが多発生した反復（すなわち一つのトンネル）が増加したことにあった。このような反復区では、アブラムシは当初ネットトンネル内のごく一部の株に寄生し、そこで急速に増殖し、周囲の株に寄生を広げたことが観察された。内部での急速な増殖は、天敵の不在が主要な理由と考えられた。

0.6mm目合いネット区の収量は夏作播種前の太陽熱処理の有無によって1.7および0.8kg/m<sup>2</sup>と差が認められたが、両者の差の主な原因はアブラムシ被害株率の多少であり、これは太陽熱処理とは関係なく、どのトンネルにアブラムシが侵入するかは偶然に左右されると考えられた。

第2表 ネットトンネル被覆が夏作コマツナの生育に及ぼす影響

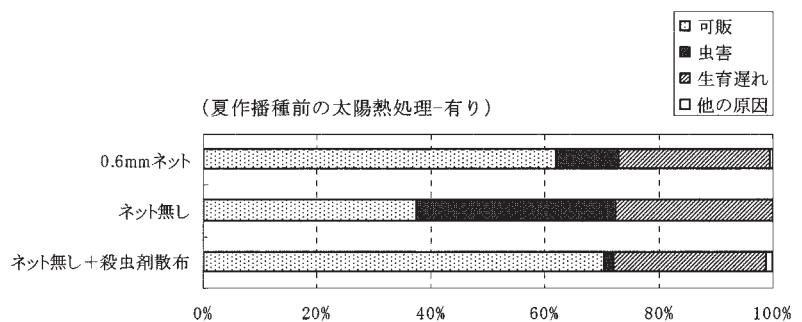
処理区名	苗立ち数/ 播種数 <sup>z</sup> (%)	可販株数/ 苗立ち数 (%)	可販株				
			1株重 (g)	草丈 (cm)	葉数 (枚)	外観 <sup>y</sup>	収量 (kg/m <sup>2</sup> )
(夏作播種前太陽熱処理有りの場合)							
0.6mmネット	79.2	62.1	32.5	30.1	4.7	2.73	1.70
ネット無し	70.8	37.6	35.3	28.7	5.0	2.05	1.04
ネット無し+殺 虫剤散布 <sup>x</sup>	76.0	70.3	38.5	30.2	4.7	2.72	2.19
(夏作播種前太陽熱処理無しの場合)							
0.6mmネット	65.3	44.0	26.2	27.0	4.7	2.45	0.80
ネット無し	75.0	39.5	29.3	28.4	4.6	2.10	0.92
ネット無し+殺 虫剤散布 <sup>x</sup>	74.8	74.5	31.2	30.3	4.4	2.18	2.24

注) 供試品種：'楽天'，10月2日播種，11月7~9日調査。

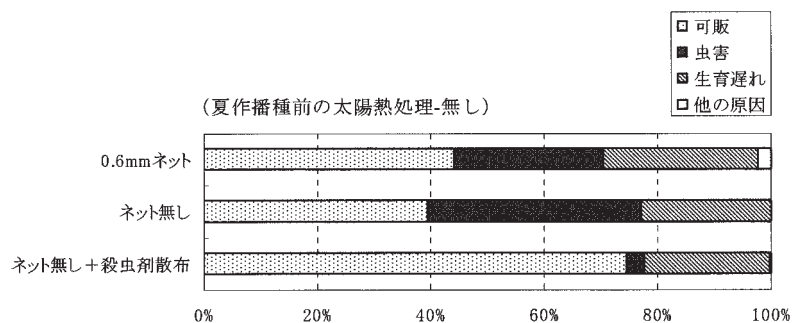
z：m<sup>2</sup>当たり107粒播種とした。

y：調査株の外観から判定した商品性のスコアの平均値；3(高)→1(低)が販路によっては販売可。

x：シバメトリン乳剤を2回散布(播種後16, 24日目)。



第3図 ネットトンネル被覆が夏作コマツナの可販株・不可販株の内訳に及ぼす影響 (夏作播種前の太陽熱処理-有りの場合)



第4図 ネットトンネル被覆が夏作コマツナの可販株・不可販株の内訳に及ぼす影響 (夏作播種前の太陽熱処理-無しの場合)

このように、夏作、秋作を通じた試験により、ネットトンネルによってアブラムシ害は完全には回避できない可能性が示唆された。夏作の項で述べたように、内部でのアブラムシ繁殖の源が「被覆後にネットの目をくぐって侵入したもの」かどうかは明確ではない。既往の知見でも、アブラムシは1.0mm目合いでほぼ阻止できるとされている<sup>11)</sup>。しかし、本試験のような露地の実際的な栽培で、異なる目合いの効果を比較した報告はほとんどない。本試験で、

「アブラムシの活動が不活発である高温期の夏作」に比較し、「活動により好適な温度域の期間である秋作」で、より高頻度にアブラムシ多発生の反復が見られたことから、アブラムシが0.6mm目合いを通過して侵入した可能性は否定できないと考える。

このことから、露地ネットトンネル栽培ではネットの目合いを0.6mmと細かくするだけではアブラムシ害回避に不十分で、その他の防除手段を併用しないと、安定的な生産が望めないと考えられる。対策としては内部への天敵放飼、適切な殺虫剤の利用などが考えられる。最適な方策について、引き続き検討する。

一方、ネット区ではネット無し区に比べ1株重が若干小さい傾向があった。秋作では栽培期間が比較的長かったため、いわゆる「つまみ肥」の形で栽培畝に追肥を行ったが、ネット区ではネットが障壁となるために、露地栽培で一般的なこの形での追肥は行えず、実施しなかった。このことが採取時の1株重に影響したものと考えられた。実際栽培では、栽培期間が比較的長くなる時期にネットトンネル裾埋め密閉方式でコマツナ等を栽培する場合には、基肥として適切な緩効性肥料を施用することが対策となるであろう。後述のハクサイ栽培においても同様である。

殺虫剤散布区では可販株収量が2.2kg/m<sup>2</sup>前後と最も大きく、夏作に比較しても向上した。その原因は夏作で見られたモンシロチョウ幼虫等による食痕やマメハモグリバエ食痕が減少したことであった。

#### Ⅳ 夏作コマツナの防虫ネットトンネル栽培への紙マルチの適用

##### 1 目的

有機・減農薬を指向する栽培では、堆肥の施用や除草剤の不使用に伴い圃場の雑草密度が高くなる場合が多いが、防虫ネットトンネルを裾埋め方式で用いると播種後には畝内の手取り除草が行えない。予備試験においてトンネル内部での雑草多発生が作物の生育に悪影響を及ぼす例があった。また、雑草発生は高温期に多いが、高温期にポリマルチを用いると作物にとっては高地温となりすぎる。本試験ではこの対策として、夏作コマツナ防虫ネットトンネル

栽培に対する紙マルチおよび播種前太陽熱処理の効果を検討した。

##### 2 材料および方法

供試品種、試験時期、施肥についてはIと同様である。太陽熱処理区および無処理区を設けたが、太陽熱処理の内容もIと同様である。播種日を8月24日、調査日を9月19～22日として防虫用ネットトンネル（目合い0.6mm）栽培試験を行った。紙マルチ区と無マルチ区を設けた。紙マルチは三洋製紙の市販品を材料に、軟弱野菜栽培に適した有孔紙マルチに加工して用いた。有孔紙マルチの規格は田中らの報告<sup>10)</sup>に準じたもので、畝幅100cm用、条間17cmの6条、3×6cmの丸長方形の孔を6cm間隔に開けたものとした（写真1、2参照）。無マルチ区は畝幅90cmに5条播種とした。両区とも1条用吸引式播種機（設定株間5cm）で播種した。紙マルチ区ではその条に合わせて播種し、すぐにマルチした。栽培期間中、農薬は施用しなかった。各試験区におけるコマツナの生育と雑草発生程度を比較した。

##### 3 結果および考察

播種前太陽熱処理および紙マルチの有無が畝内雑草の生育に及ぼす影響を第3表に、夏作コマツナの生育に及ぼす影響を第4表に示す。第3表において無マルチ区を相互に比較すると、太陽熱処理は畝内の雑草発生を明らかに抑制した。太陽熱処理-無し

第3表 播種前太陽熱処理および紙マルチの有無が畝内雑草の生育に及ぼす影響

処理区名	雑草量 (生重g/10m <sup>2</sup> )
＜播種前太陽熱処理－有りの場合＞	
無マルチ	78.9
紙マルチ	6.7
＜播種前太陽熱処理－無しの場合＞	
無マルチ	737.8
紙マルチ	1213.3

コマツナ栽培畝；コマツナは8月24日播種，9月19－22日調査。栽培期間は0.6mm目合いネットトンネル被覆

区では、畝内にある程度の雑草発生があったが、栽培したコマツナの播種後の苗立ちが良好であったため、畝内に発生した雑草はコマツナとの競合に勝てず弱勢で、第4表に示したようにコマツナの収量・品質には大きな影響を与えなかった。ただし太陽熱処理-無し区ではネット内の畝肩部で雑草が強勢に生育した。供試圃場の雑草密度が本試験より高い条件であれば、畝肩部の雑草はさらに問題となり、トンネル内への通気の悪化や作物の受光低下を招くと見られた。

紙マルチ区では写真1-3のように、畝上や畝肩の雑草が非常に少なかった。雑草が少なく土面が紙マルチで被覆されていることによって、コマツナ群落内部の蒸れが緩和されると考えられ、風速が低下する0.6mm目合いネット被覆下でも徒長および病気発生を抑制する効果が得られると考えられた。

紙マルチ区では、播種位置とマルチ孔とが完全には一致しないケースも生じる。しかし、田中ら<sup>10)</sup>が既に報告したように、播種位置がマルチ孔から約2cm外れていても、コマツナの胚軸は発芽後に横向きにマルチ孔に達して正常に生育し、収穫時の草姿にも問題なかった(写真3参照)。しかし本試験の一部の反復区では、播種された「条」とマルチ孔列との間に許容範囲を超える「ずれ」が生じた。第4表において、播種前太陽熱処理無しの場合の紙マルチ区で「苗立ち数/播種数」が他の区より低いのはそのためである。そのような条に限っては苗立ち率が低く、生育遅れ株が頻出した。それ以外のほとんどの反復区では播種条とマルチ孔列が概ね一致し、良好な収量・外観を示した。

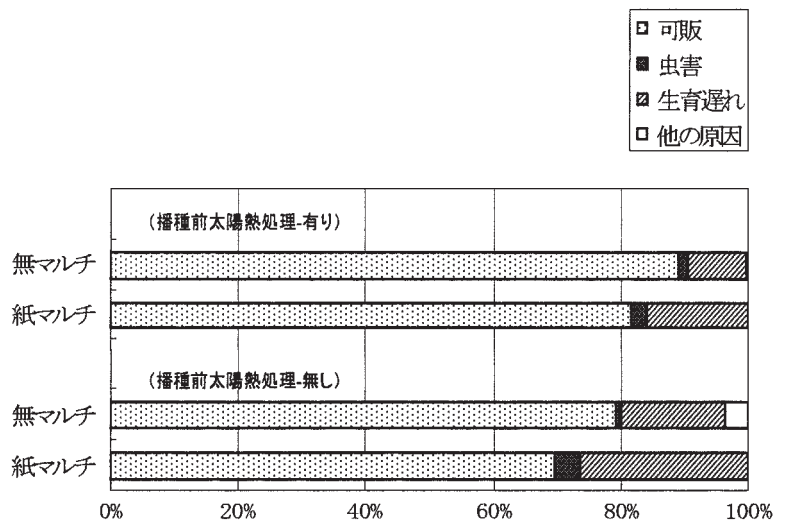
第5図に紙マルチの有無が可販株・不可販株の内訳に及ぼす影響を示す。太陽熱処理有りの場合、無しの場合ともに、紙マルチ区では無マルチに比べ、生育遅れ株の頻度が約10%大きかった。これは上に記したような播種条の「ずれ」が原因と判断できる。

紙マルチ区のマルチ孔のうち、上記のような原因でコマツナの苗立ちの無かったマルチ孔では、雑草が多く発芽し、旺盛に生育した。紙マルチはマルチ孔の土壌を適温・適湿に保ち、その上ネットトンネ

第4表 紙マルチの有無が夏作コマツナの生育に及ぼす影響

処理区名	苗立ち数 /播種数 <sup>z</sup> (%)	可販株数 /苗立ち数 (%)	可販株				
			1株重 (g)	草丈 (cm)	葉数 (枚)	外観 <sup>y</sup>	収量 (kg/m <sup>2</sup> )
(播種前太陽熱処理-有りの場合)							
無マルチ	93.5	89.0	29.8	31.2	4.7	2.87	2.63
紙マルチ	95.3	81.6	25.8	29.7	4.6	3.00	2.14
(播種前太陽熱処理-無しの場合)							
無マルチ	98.3	79.0	26.2	29.8	4.8	2.92	2.13
紙マルチ	73.8	69.5	24.2	29.6	4.6	3.00	1.32

注) 供試品種: '楽天', 8月24日吸引式播種機により条播, 9月19~22日調査; 栽培期間中は0.6mm目合いネットトンネル被覆. z: m<sup>2</sup>当たり107粒播種とした. y: 調査株の外観から判定した商品性のスコアの平均値; 3(高)→1(低いが販路によっては販売可).



第5図 紙マルチの有無がネットトンネル栽培したコマツナの可販・不可販株の内訳に及ぼす影響

注) 上2区は播種前太陽熱処理-有りの場合、下2区は無しの場合。

ルによって風速も小さい条件となるので、雑草にとっても初期生育に好適な環境が得られるためである。

このような、有孔紙マルチ直播における「播種条」とマルチ孔列との「ずれ」は、雨よけなど施設栽培に比べ、本試験のような露地栽培で出現しやすいと考えられる。ひとつの原因は、露地圃場では碎土が不十分となりがちなことである。そのために吸引式播種機の走行およびマルチの敷設・裾埋め作業ともに精度が低下しやすい。また、本試験のように1条タイプの吸引式播種機を用いた場合には、精度の維持が一層困難となる。さらに風雨の影響を強く受ける場合もある。これらに対しては、露地圃場での碎

土・作畝をできるだけ精密にした上で、シードテープ（種子間隔5 cm程度）によって播種するのが有効であろう。さらに、亀井ら<sup>1, 10)</sup>が既に試作発表している多条型テープシーダマルチャを導入し、1工程で播種とマルチを行うことも非常に効果的と考えられる。今後、これらの対策の効果について検討する予定である。

また、ネットトンネルには降雨に伴う株元の泥はねを緩和する効果があるが、紙マルチの併用はこの効果を一層高めた<sup>3)</sup>。ハウス栽培に比較して露地栽培の軟弱野菜類では、出荷前の調製作業に多くの労力を要する場合があるが、ネットトンネルと紙マルチの併用はこの調製作業を省力化するために役立つと考えられた。

## V ハクサイでの防虫ネットの効果

### 1 目的

中山間地の露地野菜としてはハクサイがしばしば作付けされる。緒言で触れたように本研究は地域先端技術総合研究の一環であるが、研究対象現地である京都府美山町においても、水田転作に対応して比較的まとまった規模でハクサイ栽培が行われている。軟弱野菜類と同様、ハクサイについても減農薬を求める消費者ニーズは強い。現地においても、減農薬のために有効な種々の栽培技術が模索されている。本試験では露地栽培のハクサイを対象に、防虫ネットトンネル被覆の効果を検討した。

### 2 材料および方法

#### 1) 栽培試験概要

試験場内圃場において栽培前の8月1日に、施肥、耕耘、作畝した。基肥としてバーク堆肥、苦土石灰とともに、化成肥料を用いてN:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=15:12:15kg/10a相当量を施用した。作畝後から定植直前まで土壌表面を古ビニルで被覆する太陽熱処理区、および無処理区を設けた。処理期間は、8月1日～9月17日とした。

ハクサイ品種‘黄ごころ85’を供試した。8月27日に128穴セルトレイに播種して育苗し、9月18日に100cm畝に2条植え、株間40cmとして無マルチ条件で定植した。11月16日～12月5日に結球の進ん

だ株から順次収穫した。

#### 2) 防虫ネットトンネル被覆

防虫用ネットトンネル被覆が生育に及ぼす効果を検討するための試験区として、a.ネット(0.6mm目合い)処理区、b.ネット無し+慣行農薬施用区、c.ネット無し(無農薬)区、を設けた。a区では定植直後から11月15日までトンネル処理を行い、裾は土に埋めた。b区では計4回の農薬施用を行った。施用時期と薬剤名は、①定植時：アセフェート粒剤、②定植後12日目：DDVP乳剤+TPN剤、③22日目：スピノサド剤、④36日目：ルフェヌロン乳剤+有機銅水和剤、である。

試験区は反復数3、反復当たり7m<sup>2</sup>とした。追肥として10月26日に化成肥料を用い、N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=8:5:7kg/10a相当量を施用したが、トンネル処理のあるa区には施用しなかった。

#### 3) 調査項目

収穫時にハクサイの生育および害虫の侵入と被害程度について調査した。害虫の被害程度の判定にあたっては、まず収穫株を外葉部と結球部に分け、結球部への虫害が「無～ごく少」の球と「虫害あり」の球に選別した。さらに後者については虫害のある結球葉を外側から順に除去し、外観上虫害の無い状態となった球(以下、剥き玉)に調製した。その剥き玉重を害虫被害程度の目安として用いた。

## 3 結果および考察

### 1) 太陽熱処理の雑草抑制効果

太陽熱処理終了時に、処理区では畝表面の雑草発生はほとんど認められなかった。ただし、畝の北側の肩(斜面)部、あるいは古ビニルの破れ目部分で雑草が発生した。草種はほとんどがオヒシバで一部カヤツリグサが混在し、他は少なかった。ハクサイ定植前にこれらを手取り除草した。一方、無処理区では全面に雑草発生が見られたので、定植前に管理機で浅く耕耘して除いた。

ハクサイ生育期間中には太陽熱処理区では畝表面、畝肩部ともに雑草はほとんど生育しなかった。一方、無処理区では生育量は少ないものの畝肩部で一面に雑草発生が見られた。

### 2) ハクサイの生育

第5表に各試験区のハクサイの生育について示

す。定植前の太陽熱処理を行った区では、定植から収穫までの日数が66～69日であったのに対し、太陽熱処理を行わなかった区では75～76日を要し、前者で生育速度が向上した。同時に、地上部重、結球重とも前者で約30%大きかった。この要因としては、処理区では雑草発生が抑えられたこと、太陽熱処理期間中には降雨による肥料成分流亡が無く、同時に処理中に地力窒素の有効化が進んだこと、などが考えられた。可販球の形状は全ての区で良好であった。

### 3) 虫害

主要な害虫被害は、モンシロチョウ・ハスモンヨトウ・タマナギンウワバ等の幼虫による「食痕」と

「アブラムシ（主要種はニセダイコンアブラムシ）の寄生」に2分された。

第6表に収穫時の結球葉への虫害程度について示す。ネット区ではハスモンヨトウ等の侵入が6反復（定植前太陽熱処理あり・無しを合わせた6反復）のうち5反復で認められた。しかし、その食痕害はネット無し区に比べると軽微であった。すなわち、第6表に示すように、収穫株のうち食痕が主因となった虫害株の割合は、ネット無し区で71%あるいは81%（データは示していないが反復単位では50～97%）に達したのに対し、ネット区では12%前後に過ぎなかった。

一方、ネット区へのアブラムシの侵入は6反復のうち、太陽熱処理無しの中の2反復で認められた。アブラムシがネット内に侵入した場合は、内部での増殖が著しく、その被害程度はネット無し区より顕著で、吸汁による生育遅延で結球に至らない株や、えそモザイク症状を示す株も一部にあった。

農薬施用区では、多くの反復で害虫被害が認められたが、被害程度は概ね軽かった。とくに太陽熱処理を行った場合は、被害はほとんど外葉のみにとどまり、結球葉への虫害「無～ごく少」の株が94%を占めた。太陽熱処理を行わない場合でも、結球葉まで虫害被害がある株は他の試験区より少なく、41%にとどまった。ただし農薬施用区においても一部の反復ではアブラムシ多発生が認められた。これは、収穫前の2回の農薬散布時の殺虫剤選択にあたって、主に鱗翅目害虫を意識し、かつ天敵に影響の少ない殺虫剤（スピノサド剤、ルフェヌロン乳剤）を選んだために、アブラムシに対する効果が十分でなかったためと考えられた。アブラムシが多発生した株では、結球葉の内側まで寄生が観察されたことから、早期に結球部に侵入したアブラムシが天敵の攻撃をあまり受けずに生育後期に急速に増殖したものと考えられた。

第5表 ネットトンネル被覆および殺虫剤使用の有無がハクサイの生育に及ぼす影響

処理区名	生育株率 (%)	収穫株率 (%) <sup>z</sup>	定植から収穫までの日数	地上部重 (kg)	結球重 (kg)
(定植前太陽熱処理-有りの場合)					
0.6mmネット	97.6	98.8	67.1	3.34	2.27
ネット無し	100.0	100.0	65.6	3.12	1.98
ネット無し+殺虫剤散布 <sup>y</sup>	100.0	98.8	68.6	3.23	2.16
(定植前太陽熱処理-無しの場合)					
0.6mmネット	100.0	84.5	75.7	2.50	1.66
ネット無し	100.0	92.9	74.5	2.51	1.53
ネット無し+殺虫剤散布 <sup>y</sup>	100.0	94.0	75.5	2.65	1.70

注) 供試品種: '黄ごころ85', 8月27日播種, 9月18日定植, 11月16日～12月5日に選択収穫。

z: 採取期に虫害の有無を問わず収穫サイズに達した株。

y: 殺虫剤を定植時植え穴処理, および定植後に3回散布(定植後12, 22, 36日目)。

第6表 ネットトンネル被覆および殺虫剤散布の有無がハクサイ収穫時の結球葉への虫害程度に及ぼす影響

処理区名	結球葉への虫害 <sup>z</sup>		虫害の主因 <sup>y</sup>		虫害球を剥き玉とした場合の減量率 (%)
	無～ごく少 (収穫株に占める割合, %)	有り (収穫株に占める割合, %)	食痕 (収穫株に占める割合, %)	アブラムシ (収穫株に占める割合, %)	
(定植前太陽熱処理-有りの場合)					
0.6mmネット	85.4	13.4	12.1	0.0	31.3
ネット無し	15.5	84.5	81.0	9.5	33.0
ネット無し+殺虫剤散布	94.0	4.8	1.2	3.6	7.3
(定植前太陽熱処理-無しの場合)					
0.6mmネット	22.6	61.9	11.9	50.0	29.3
ネット無し	17.9	75.0	71.4	6.0	26.0
ネット無し+殺虫剤散布	53.6	40.5	8.3	32.1	23.3

z: 収穫株のうち結球不十分で販売不可と見なした株をデータから除外しているため、

「無～ごく少」と「有り」の合計が100%にならない場合がある。

y: 食痕とアブラムシの両方が主因となっている場合がある。

4) ハクサイの収量

第6図にハクサイの収量およびその内訳について示す。可販球収量は、ネット無し区では、太陽熱処理の有無を問わず100kg/a前後と低かった。ネット区と農薬施用区では太陽熱処理の有無によって収量が大きく異なった。太陽熱処理した場合は、ネット区で農薬施用区と同程度の高収(約600kg/a)を示し、「可販球」と「条件付き可販球」の割合についても大差がなく、無農薬でも経済栽培が可能となる事例を得た。

一方、太陽熱処理しない場合は、ネット区および農薬施用区の収量が、太陽熱処理した場合の4~6割程度であった。その原因のひとつは、両者のアブラムシ被害程度の差に由来する。

ハクサイを出荷販売する場合、一般消費者の意向として、軽度の食痕はある程度容認されても、アブラムシ寄生に対する容認度は非常に低い。本試験でもこのことを重視し、収穫したハクサイを可販球、条件付き可販球および販売不可球として選別する際、結球葉内のアブラムシの有無をかなり丹念に観察して、結球葉へのアブラムシ寄生が全く観察されなくなるまで外葉から順に除去し、剥き球とした。第6図のデータでは剥き玉重1.1kg未満の場合は販売不可球としている。さきに第6表において示したように、太陽熱処理しない場合のネット区および農

薬施用区のアブラムシ被害株率はそれぞれ50%、32%であり、他の試験区に比べてくに値が大きい。第6図においてこれらの試験区の収量が低いのは、結球内へのアブラムシ寄生が多くて剥き玉重1.1kg未満となった株が多いことを示している。同様の理由で、剥き玉重が1.1kg以上の条件付き可販球も太陽熱処理した場合より多かった。

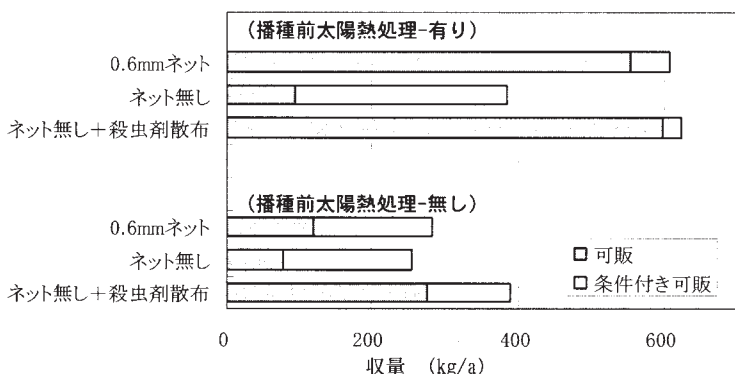
太陽熱処理をしない場合に処理区よりアブラムシ被害が多くなった理由は明確ではない。ひとつの可能性としては、太陽熱処理をしない場合には畝肩部の雑草があるので、これがアブラムシの潜在場所となったり、ネットを通過する際の手がかりとなるなど関与したことが考えられる。しかし現在のところ経過が不明であり、今後の検討を要する。

太陽熱処理しない場合にネット区と農薬施用区の収量が低くなったもうひとつの原因としては、太陽熱処理期間中の降雨によって無処理区の肥料成分が一部流亡し、処理区に比べ初期生育が遅れた可能性が考えられた。

VI 摘 要

1 夏作コマツナを殺虫剤散布せずに栽培すると、鱗翅目およびマメハモグリバエなどによる顕著な虫害のために可販株率10%以下、収量0.3kg/m<sup>2</sup>以下となったが、ネットトンネル被覆(0.6mm目合い)を行うと、可販株率70%以上、収量2.1kg/m<sup>2</sup>以上に向上した。殺虫剤散布区では可販株収量は1.8kg/m<sup>2</sup>前後であった。夏作での虫害回避効果は、殺虫剤利用に比べ、防虫ネット利用のほうが優れていると考えられた。

2 秋作コマツナでは夏作に比べて防虫ネットトンネルの虫害回避効果が大きく低下した。その要因はアブラムシが多発生したトンネル数が増加したことにある。露地ネットトンネル栽培ではネットの目合いを0.6mmと細かくするだけではアブラムシ害回避に不十分で、その他の防除手段を併用しないと、安定的な生産が望めないと考えられた。



第6図 ネットトンネル被覆および殺虫剤散布の有無がハクサイの収量に及ぼす影響

注1) 可販球は結球重1.0kg以上で結球葉の虫害が無~ごく少のもの、条件付き可販球は球重1.0kg未満のもの及び結球葉に虫害があるが被害葉を除いた剥き球重が1.1kg以上のものとした。

2) 下段の3試験区は定植前太陽熱処理-無しの場合、上段の3試験区は有りの場合。

3 初冬どりハクサイでは、無農薬区の可販球収量は、100kg/a前後と低かったが、ネットトンネル区ではトンネル内へのアブラムシの侵入が少なければ、農薬施用区と同程度の高収（約600kg/a）を示した。

4 栽培前の太陽熱処理は実用上十分な雑草抑制効果を有した。ネットトンネル栽培で栽培前に太陽熱処理を行うと、無処理区よりアブラムシ被害が少ない傾向があったが、その理由は明確ではなかった。

#### 引用文献

- 1) 亀井雅浩・田中和夫・熊倉裕史・土屋史紀・尾島一史・吉田智一 2000. 再生紙マルチとシートテープを利用したハウレンソウの直播栽培. 農作業研究 35 (別号1) :105-106.
- 2) 小寺孝治 1992. べたがけ栽培による葉菜類の害虫防除技術. 東京都農業試験場研究報告 24 :71-79.
- 3) 熊倉裕史 1999. 紙マルチを野菜栽培に導入するための技術開発の現状. 農業および園芸 27 (12) :48-55.
- 4) 京都府農業総合研究所 2000. 被覆資材を中心とした物理的防除によるキスジノミハムシの被害軽減技術. 平成11年度研究成果情報.
- 5) 村井智子 1999. 被覆資材を利用した害虫管理. 植物防疫 53 :216-221.
- 6) 村井智子 2000. 被覆資材による害虫回避技術. 課題別研究会「野菜・花き害虫の物理的防除法の現状と今後の展望」資料. 野菜・茶業試験場編 :62-71.
- 7) 沼沢健一・竹内浩二・岩本千絵・藤本周一・田中邦雄・高尾保之. 紫外線除去フィルムや防虫網でコマツナ害虫をシャットアウト. 平成13年度技術成果レポート. 東京都農業試験場. 31-32.
- 8) 竹内 純・堀江博道・土生咏毅・小谷野伸二・荒巻一雄 2000. アザミウマ類によるコマツナ葉の奇形および白色斑点の発生. 関東東山病虫害研究会報 47 :149-152.
- 9) 田中 寛・高浦裕司・市野康之・坂口隆一・根来淳一・麻野英二・柴尾 学 1996. 太陽熱利用によるマメハモグリバエの蛹の防除. 関西病虫研報 38 :33-34.
- 10) 田中和夫・熊倉裕史・亀井雅浩 2001. ホウレンソウ栽培における紙マルチ利用技術の開発. 農業および園芸 76 (3) :397-401.
- 11) 田中尚智 1999. 耕種の防除法・資材. 寒冷紗など(被覆, 障壁). 農業総覧病虫害防除・資材編10. 防除資材便覧. 農文協, 東京. 987-992.
- 12) 野菜・茶業試験場 2000. 平成12年度課題別研究会「野菜・花き害虫の物理的防除法の現状と今後の展望」資料.



# Efficacy of Physical Barrier of Cheesecloth Tunnel-covering together with Solarization for Insect Pests Control on Komatsuna and Chinese Cabbage

Hiroshi KUMAKURA, Koukichi NAGASAKA\*, Izumi NAKAGAWA, Takahiro FUJIWARA and Kazuo TANAKA\*

## Summary

In open field Komatsuna cultivation in late-summer, the products without chemical pest control were seriously damaged by Lepidoptera or legume leafminer, consequently less than 10 % of the plants were marketable and marketable yield of less than 0.3 kg/m<sup>2</sup> were obtained. The physical barrier of cheesecloth tunnel-covering was successfully introduced and the rate of marketable plant improved to more than 70 % so as the marketable yield to 2.1 kg/m<sup>2</sup> or more. The marketable yield of 1.8 kg/m<sup>2</sup> was obtained when insect pests were controled chemically without barrier. These results indicate that the use of physical barrier would be favorable to late-summer Komatsuna cultivation compared to chemical control.

In autumn Komatsuna cultivation, the advantage of the physical barrier of cheesecloth tunnel-covering was considerably decreased because that the number of tunnels into which aphids invaded were increased. The application of cheesecloth tunnel-covering may not be adequate to prevent aphids' attack during the period when the population of aphids in surrounding fields is higher, even if the cheesecloth of smaller mesh (0.6mm) was used.

In late-autumun harvesting chinese cabbage cultivation, the products without chemical pest control were also seriously damaged by Lepidoptera or aphids, consequently the marketable yield were about 100 kg/a. The application of cheesecloth tunnel-covering greatly improved the marketable yield up to the same level to chemically controled plots (600 kg/a), provided that early aphid invasion into the compartment of cheesecloth-tunnel and subsequent rapid increase of aphids inside were not occurred.

As to these three field experiments, the pre-planting soil surface covering with a transparent vinyl seat during summer was useful for weed management and this solarization decreased the aphids problem inside of the cheesecloth tunnel, however, it was not clear how the decrease occurred.



写真1 紙マルチ区におけるコマツナの生育と雑草発生状況  
注) 定植後26日目, ネットトンネル除去直後

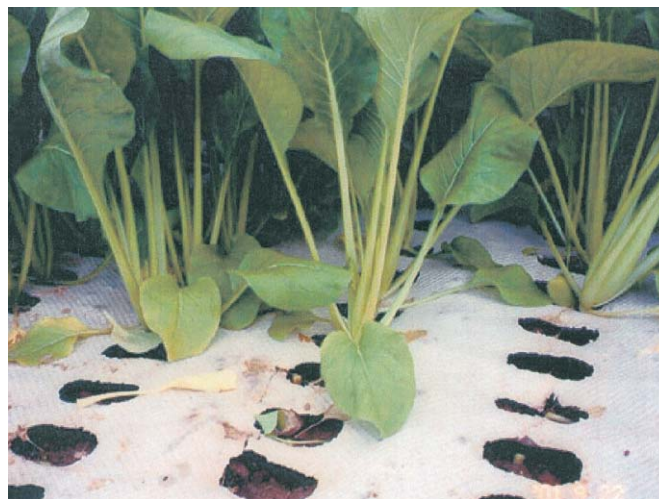


写真2 紙マルチ区でのマルチ孔の配置とコマツナ収穫期の生育

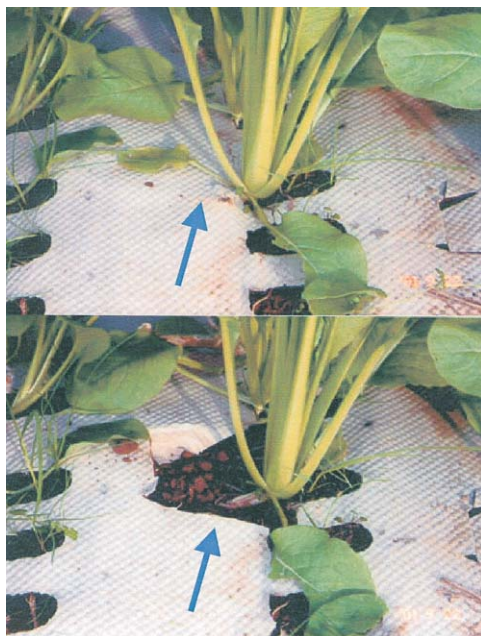


写真3 紙マルチ区においてマルチ孔と播種位置がずれたときに、胚軸が伸びてマルチ穴に達した例：写真2枚は同じ株。  
矢印は発芽位置を示す。



# 里地放牧が肉用牛繁殖経営と中山間地域の農用地利用に及ぼす効果

千田雅之・谷本保幸・小山信明

Key words : LFAs, less-utilized arable fields, beef-cattle farming, grazing

## 目 次

I 緒 言	41	5 里地放牧による子牛生産費の節減	50
II 中国中山間地域における里地放牧と 肉用牛繁殖経営の特徴	42	6 小 括	50
1 里地放牧の特徴	42	IV 放牧導入が繁殖経営の飼養技術と 収益性に及ぼす影響	50
2 肉用牛繁殖経営の特徴	44	1 繁殖経営モデルの前提条件と 経営展開のシナリオ	51
III 肉用牛繁殖経営と里地放牧による 粗飼料節減等の実態	45	2 里地放牧の拡大による繁殖経営の改善	53
1 事例牧場の概要と里地放牧の実際	45	3 放牧導入に伴う飼養技術の変更, 規模拡大の経済性比較	54
2 繁殖経営の農作業労務と 里地放牧による省力化	45	V 放牧利用による中山間地域の 里地の経済性	55
3 小中規模の繁殖経営における飼料給与の 相違と放牧による飼料自給率の変化	46	VI 摘 要	56
4 小中規模の繁殖経営における 粗飼料生産費の相違	48	引用文献	57
		Summary	58

## I 緒 言

中国中山間地域の肉用牛繁殖経営（以下、繁殖経営と称する）は、野草や稲わらを飼料基盤とし、国土資源の維持・活用を図りながら、環境と調和のとれた飼養が営まれている。しかし、当該地域では、中大型機械による牧草生産を前提とする飼料基盤が脆弱であり、依然として労働集約的な採草と飼養管理から脱却できず、子牛価格の低迷下で、飼養戸数のみならず頭数の減少傾向に歯止めがかからない<sup>1)</sup>。

一方、中山間地域では、米消費の低下・生産調整拡大などの理由により、保全管理農地や耕作放棄地が増加している。畑や樹園地においても担い手の高齢化などにより、管理放棄された土地が増えている。

農地の利用低下、放任、荒廃の進行は、イノシシなど野生獣の棲息域を広め、耕作地への侵入被害を蔓延化させている。その結果、さらに耕作の後退を余儀なくされ、国土資源の劣化や居住環境の悪化が深刻な問題となっている<sup>2)</sup>。

こうした状況のなかで、低利用の農地や耕作放棄地など里地の放牧利用が広がりつつある<sup>3)</sup>。里地の放牧利用は、繁殖経営の収益性等の改善にとどまらず、環境と調和した飼料自給率の高い畜産の確立、耕作放棄地の解消と野生獣の棲息環境の抑制、美観の形成、農地資源の省力的管理を推進し、農家の営農意欲の回復、農村居住環境の改善、地域活力の向上に寄与することが期待されている。

そこで、本稿では里地放牧が、中国中山間地域の

(平成14年12月2日受理)

総合研究部

繁殖経営の飼養技術、及び収益性に与える影響を経済的に解明し、里地放牧による繁殖経営継続の可能性を検討する。また、維持管理が問題となっている農用地の放牧利用の経済性を明らかにする。

ところで、繁殖経営における放牧導入の評価に関しては、いくつかの研究報告で省力化や費用低減、規模拡大の効果が試算や実態をもとに明らかにされている<sup>4) 5)</sup>。しかし、繁殖経営の飼養技術の内容に踏み込んだ放牧導入の評価は行われていない。とりわけ、放牧導入が中山間地域の繁殖経営のボトルネックである飼料給与や飼料調達などの飼養技術にどのような影響を及ぼすのか、そして、放牧導入により中山間地域の繁殖経営は経済的に継続可能になるのか、十分な検討は行われていない。

また、従来の研究では、山地に位置する入会牧野や公共牧場など集団管理の放牧地を対象としている。このため、放牧地や放牧牛の維持管理負担が部分的にしか含まれていない<sup>6)</sup>。個別管理の里地放牧は、その歴史が浅いこともあり、その経済性は検討されていない。IIで述べるように、里地放牧と山地放牧は、使用する牧柵資材とその負担方法、牧養力、放牧管理方法が異なり、繁殖経営におけるそれぞれの評価も異なることが予想される。本稿では放牧対象地間の効果の比較は行わないが、里地放牧では放牧管理を含めた評価を行うことができる。

さらに、放牧利用が農用地を含む中山間地域の土地利用に与える影響はこれまで検討されていない。保全管理農地等まで対象とする里地放牧が、維持管理が困難な中山間地域の土地利用にどのような影響を及ぼすかは興味のあるところである。

本稿ではまず、里地放牧の特徴を、入会牧野などの山地放牧と比較して概観する。また、中国中山間地域の繁殖経営の担い手の特徴を、飼養規模や飼養者の年齢から把握し、以下の分析事例の一般性を明らかにする。

つぎに、飼養規模の異なる2つの事例を対象に、放牧導入による省力化や飼料の節約、各種費用低減の実態を明らかにする。飼料給与とその確保は、労務・費用の両面で、繁殖経営において大きな割合を占めるが、飼養規模によって家畜への飼料給与内容と粗飼料確保の方法（以下、飼養技術と表現する）は異なる。そこで、それぞれの飼養技術の実態を明

らかにし、放牧による影響を検討する。あわせて、繁殖経営における飼料自給率の水準と放牧による変化を解明する。

そして、それらを基礎にして規模・飼養技術の異なる2つの繁殖経営モデルを設定し、放牧導入に伴う飼養技術の変化や飼養頭数の増加など対応をも含めて、放牧が繁殖経営の収益性、所得水準に及ぼす効果を明らかにし、里地放牧による繁殖経営の維持発展の可能性に言及する。

最後に、稲作利用などと比較しながら、中山間地域の農用地の放牧利用の経済性を明らかにする。

## II 中国中山間地域における里地放牧と肉用牛繁殖経営の特徴

### 1 里地放牧の特徴

近年の放牧の一つの特徴は、放牧対象地が広がっていることである。これまで放牧は、山地（やまち）に位置する公共牧場や入会牧野などの林野で行われてきたが、最近では、資材が軽量で安価な電気牧柵の普及とともに、耕作放棄地（作付放棄された水田や畑、管理が放任された桑園や樹園地など）や保全管理農地、及びそれらに隣接する里山等を含む里地（さとち）の放牧利用が広がりつつある。

第1表に整理するように、里地は山地に比べて農家の居住地に近く、牛舎からも近い位置に存在する。このため家畜の移動が比較的容易であり、草や天候、繁殖状況に応じて放牧と下牧を繰り返すことが容易である。また、発情看視や疾病や事故など家畜の観察、補助飼料の運搬給与も楽にできる。このため、分娩直前の繁殖牛や制限授乳中の繁殖牛の昼間放牧など、山地放牧に比べて放牧対象牛がひろがり、放牧飼養日数の増加を可能にしている。たとえば、入会牧野等の放牧利用は、分娩や子牛哺育の制約から、年間放牧日数は約90日に制限されるが<sup>7)</sup>、里地放牧では後述の事例に見るように、季節繁殖を行わなくても平均150日間の放牧を行うことが可能である。

一方、山地での放牧利用は、管理人を置く公共牧場での利用料金負担、管理人を置かない入会牧野での牧柵施設の補修作業や牛の観察の負担、利用権や入会権の制約から放牧頭数は停滞している<sup>8) 9)</sup>。また、山地では、放牧に熟練した牛が必要であり、放

牧に馴れていない舎飼飼養の牛をいきなり山地で放牧を行うことは疾病や事故、栄養状態低下のリスクが大きい。これに対して、近くの里地では、牛の体調を見て牛舎に連れ戻したり、補助飼料を与えることが可能であり、初心者にも比較的容易に着手できる。

土壌や植生の面では、表土が黒ボクなどで覆われ、地力が低く野シバやササなどが優占する山地に比べ、かつて耕作されていた里地の土壌は肥沃であり、早春から晩秋まで多様な草が入れ替わり生える。このため草地造成を行わなくても（無施肥の野草地でも）、春から秋まで1ha当たり繁殖牛3頭を養うことも可能である<sup>10</sup>。放牧開始可能な時期も野シバやス

スキが主体の牧野の5月上旬に比べて、3月中旬頃からの放牧が可能である。

他方、里地では単位面積当たりの牧養力は高くても、山地のように数10haのまとまった放牧地を確保することは一般に困難であり、過密な放牧利用により、泥濘化や裸地化、法面の崩壊を招く事例も少なくない。人目に付き易い里地で、周囲の理解を得て放牧利用を継続するためには、機動的利用の可能な電気牧柵を活用した頻繁な家畜移動が必要になる。このため、里地放牧の評価には、牧柵施設に関わる資材や設置の負担、こまめな牛の移動や補助飼料の給与・観察に伴う労務等が反映される。

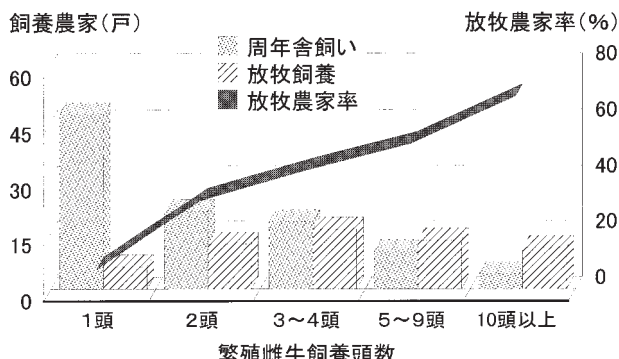
第1表 里地放牧の特徴—山地放牧（入会牧野）と比較して（中国中山間地域）—

	里地放牧	山地放牧
立地条件	家屋や牛舎から比較的近い。	家屋や牛舎から遠い。
地形	テラス状（急傾斜法面と平坦圃場）＝排水不良地や湿地が多い。水路など人工構造物あり。	斜面が多い＝排水は比較的良好。人工構造物が少ない。
土壌	比較的肥沃。	痩せ地。
植生	メヒシバ、クズ、ススキなど。	ススキ、ノシバ、ササなど。
草地化と草地維持	比較的容易。但し荒廃化が進んでいると放牧後に不植草（オアレハギクやベコバホトギクなど）が繁茂する。	草地化に時間と労力を要する。雑灌木（ノバウ、タラ、ヌゲ、サンショウなど）の抑制に労力を要する。
放牧管理上の利点	電気牧柵などの放牧施設の設置、点検、補修、移動が容易。 発情・疾病などの観察が容易。 家畜の移動が比較的容易。 給水・補助飼料給与が容易。 牧養力が高い（200～650日頭/ha）。 放牧期間が長い（3月～11月）。	放牧面積が広い。 多頭数の放牧利用が可能。
放牧管理上の欠点	各々の放牧地が比較的狭く、放牧時間や頭数が制限される（移動が必要）。 裸地化・泥濘化・法面崩壊を招き易い。	家畜と人の移動、観察や捕獲が手間。 発情や事故をみ逃し易い。 牧柵の設置、点検、補修が手間。 牧養力が低い（150～200日頭/ha）。 放牧期間が短い（5月～11月）。
放牧の応用	隣接する耕作地へのイノシシなどの侵入防止が図れる。 下草刈など様々な土地の保全管理の省力化に活用可能。	草原空間を舞台にした保健休養機能などの活用。
放牧対象	分娩間近や制限哺乳中の繁殖牛、育成牛の放牧が可能。	放牧に熟練した繁殖牛で、子牛が離乳し次の妊娠が確認されている繁殖牛（分娩予定1か月前には下牧）。
放牧方法	小面積の里地の移動放牧。	定置放牧。

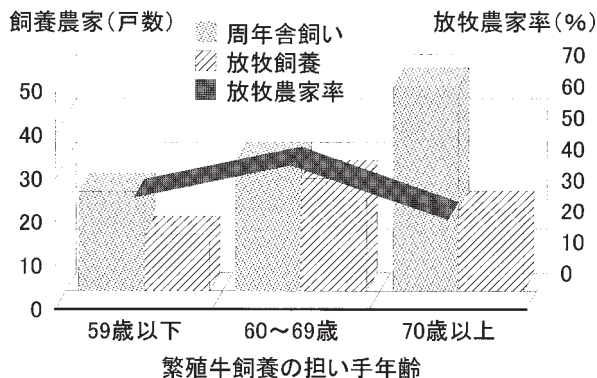
## 2 肉用牛繁殖経営の特徴

事例をもとに、里地放牧が中山間地域の繁殖経営の存続に効果があるか検討するには、当該地域における事例の一般性、及び今後の主要な経営タイプとして位置づけられるかどうか確認する必要がある。そこで、中山間地域を多く抱える島根県大田市の、繁殖経営の担い手の特徴と動向を概観し、分析対象とする事例の一般性を確認する。

第1図は大田市の繁殖経営を飼養規模別に放牧実施の有無とあわせてみたものである。繁殖牛1頭飼養の農家が最も多く、10頭以上飼養する農家は非常に少ない。しかし、その動向を見ると、1～2頭規模の経営は激減しており、3～4頭規模以上の経営が今後の繁殖牛飼養の主要な担い手になると考えられる<sup>1)</sup>。また、繁殖経営の担い手の年齢をみると、60歳以上の農家が77%を占めている(第2図)。年金収入があり、消費支出が若年層に比べて少ない60歳以上の経営者の所得目標は、それほど高いものではない。



第1図 飼養規模別に見た肉用牛飼養と放牧状況 (大田市)



第2図 担い手の年齢別に見た肉用牛飼養と放牧状況 (大田市)

したがって、3～4頭から10頭規模の繁殖経営は、稲作等とともに農家経済の中で年金等に次ぐ部門として捉えられる。その際、中山間地域の雇用条件等を考慮すれば、日雇い賃金相当の報酬を得ることができるかが、繁殖経営の存続を見極めるうえでポイントになると考えられる。労働集約的な繁殖経営は、換言すれば所得率が高く、小規模でも就業や所得機会になりうるのである。同時にその労働集約的な部分が採草作業であり、それは農家の営農や生活環境の保全ともつながるのである。

しかし、こうした位置づけの繁殖経営も子牛価格が低迷する中で経済的意味合いが弱くなり、近年、急速に減少している。たとえば、島根県では、子牛の市場価格は545千円(昭和62年～平成3年平均)から353千円(平成10年～12年平均)に暴落・低迷する中で、繁殖経営は平成2年の7,673戸から12年の2,823戸に6割以上減少し、繁殖牛頭数も17,799頭から9,831頭に著しく減少している。分析事例の位置する島根県大田市でも、飼養農家は平成2年の623戸から14年の158戸に減少し、繁殖牛頭数は1,344頭から778頭に減少している(第2表)。

第2表 放牧実施の有無と繁殖牛飼養の推移 (大田市)

	飼養戸数 (戸)	繁殖牛飼養頭数(頭)	
		平成2年	平成14年
放牧未実施農家			
飼養中止	466	799	0
飼養継続	100	255	273
放牧実施農家			
飼養中止	8	30	0
飼養継続	58	260	505
うち新規	9	0	79
合計	623→158	1344	778

注1) 飼養中止、飼養継続は平成2年から14年の期間。

2) 放牧実施の有無は平成14年時点による。

資料：大田市畜産農家台帳及び聞き取り調査による。

しかしながら、放牧未実施農家と実施農家に分けてみると、未実施農家では566戸のうち466戸が飼養を中止しているのに対して、放牧実施農家では66戸のうち飼養中止農家はわずか8戸にすぎない。また、飼養頭数の減少は、肉用牛飼養を中止した放牧未実施農家によるものであり、飼養継続農家の頭数を見ると、放牧未実施農家では255頭から273頭の微増に対し、放牧実施農家では260頭から505頭に増頭がはかられている。このように子牛価格が低迷する中であっても、放牧飼養は繁殖経営を持続させるとともに

に、地域の飼養頭数の維持・増加に大きく貢献していることが伺える。

前掲第1図で、飼養規模別に放牧実施農家の割合をみると、今後の繁殖経営の主要な担い手として考えられる、3～4頭規模以上で放牧実施率が高く、放牧が多頭化の契機になっているという見方もできる。そこで、以下の分析では、中山間地域の繁殖経営の主要な担い手と位置づけられる、3～4頭規模以上の経営事例を取り上げて、放牧が繁殖経営に及ぼす効果を具体的に検討する。その際、後述するように3～4頭規模の経営と10頭規模の経営では、飼料給与内容と粗飼料調達方法などの飼養技術に違いが見られることから、それぞれの規模の代表的な事例を取り上げ、放牧導入による経営の変化を明らかにする。

### Ⅲ 肉用牛繁殖経営と里地放牧による粗飼料節減等の実態

#### 1 事例牧場の概要と里地放牧の実態

まず、里地放牧に取り組む2つの事例（A、B牧場）の営農概況と放牧方法をみておく（第3表）。

第3表 事例放牧の営農概要と放牧の実態

	A牧場	B牧場
経営主の年齢・就業状況	62歳・農業専業	74歳・農業専業
繁殖雌牛飼養頭数	5頭	10頭
その他の営農	稲作46a	稲作4ha・肥育牛20頭(子)繁殖牛15頭(孫)
放牧地以外の飼料基盤	飼料畑21a 結束稲わら107a 野草採草約120a	飼料畑50a 裁断稲わら283a 野草採草約160a
放牧対象地	2か所	6か所
放牧面積(開始年)	飼料畑・野草地66a(H10年) 耕作放棄地40a(H11年) 耕作放棄地44a(H13,14年)	入会牧野A(H4年) 入会牧野B(H10年) 転作田30a(H8年) 耕作放棄地等1ha(H10年) 転作田20a(H12年) 耕作放棄地20a(H12年)
里地放牧面積合計	150a	170a
牛舎からの距離	200m以内	500m～10km
放牧対象牛	妊娠牛	妊娠牛、育成牛 授乳中の親子の一部
放牧期間	1群編成 4月2日～11月12日	多群編成 4月11日～12月14日
放牧延べ頭数	618日頭(H12年)	1586日頭(H13年)
うち里地	618日頭	681日頭
1頭当たり放牧日数	154日(H12年)	158日(H13年)
里地牧養力	600日頭/ha	400日頭/ha
放牧中の飼料給与	なし	2日に1度 濃厚飼料給与
放牧牛の移動	数週間隔で移動	1か月間隔で移動
放牧管理作業	36時間(H12年)	242時間(H13年)

注1)営農概況はH14年、放牧期間はA牧場H12年、B牧場H13年の実績。

2)A牧場の放牧管理作業は、牧柵の張替え、不食草の掃除刈り、ノシバ等の移植。B牧場の作業の内訳は、家畜の観察・飼料補給198時間、家畜の移動25時間、牧柵補修等18時間。

A牧場は経営主夫婦と両親の4人の世帯である。経営主は平成12年3月まではサラリーマンであり、勤めながら奥さんと共に4頭の繁殖牛（以下、親牛と称する）による子牛生産と46aの稲作を行ってきた。14年8月現在、親牛を5頭に増やしているが、その飼養頭数、稲作との複合形態は、中国中山間地域で最も一般的な営農組織と規模である。

B牧場は三世同居世帯であり、平成14年8月現在、経営主夫婦は親牛10頭、息子夫婦は稲作4haと肥育牛20頭、3人の孫が15頭の親牛を飼養する。削蹄を副業とし、親子孫そろって削蹄の大会に出場し上位の成績をあげるなどその腕は高く評価されている。

放牧地以外の飼料基盤は表掲の通りであり、両牧場ともモアとベラーを保有するが、B牧場の方が高い性能の機械と反転機を保有し、稲わらの収穫にも利用するなど機械の稼働率が高い。A牧場の方はモアとベラーによる採草面積が小さく、牧草生産費を高いものにしてている。

A牧場の放牧地は、牛舎から近い場所に2か所(計150a)あり、B牧場の方は遠方の入会牧野を含め6か所に分散している。このため、B牧場では牛の移動や観察などの放牧管理に240時間以上を費やしている。また、A牧場の放牧地の牧養力は1ha当たり約600日頭と非常に高いが、B牧場の放牧地は、排水不良の耕作放棄地や林地が含まれるため、1ha当たり約400日頭である。両牧場とも季節繁殖を実施していないが、1頭当たり年間150日以上放牧を実施している。

なお、親牛の平均分娩間隔は、A牧場：383日、B牧場：388日、出荷子牛の平均価格は、A牧場：38万円、B牧場：33万円である。参考までに平成10年4月から13年3月までの3年間の島根県の子牛市場（隠岐を除く）における子牛の平均価格は353千円である。

#### 2 繁殖経営の農作業労務と里地放牧による省力化

第4表は2牧場の農作業日誌をもとに、家畜飼養に関わる農作業を集計したものである。A牧場については、周年舎飼時(H8年)と放牧4年目(H12年)の家畜飼養と稲作に関わる農作業も掲載する。

A牧場では放牧導入後、飼料給与・繁殖管理など



第4表 家畜飼養に関わる作業時間と放牧による変化

	(単位:時間)		
	A牧場(H8)	A牧場(H12)	B牧場(H13)
牛舎内作業	962	511	820
粗飼料生産・収穫作業	637	371	375
牧草生産	232	156	70
野草収穫	343	174	220
稲わら収穫	62	41	85
放牧管理作業	0	36	242
家畜飼養作業合計	1,599	918	1,437
5月～10月	1,079	484	788
1頭当たり	400	229	144
(参考)			
1頭当たり放牧日数(日)	0	154	158
稲作作業(時間)	356	343	
同 5月～10月	277	275	
農作業全体	1,955	1,261	
同 5月～10月	1,356	759	

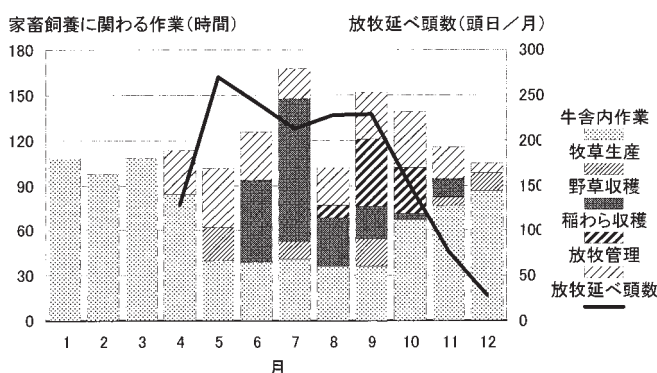
注) 両牧場の農作業日誌より集計。A牧場(H8)は周年舎飼。

の牛舎内作業は周年舎飼時の962時間から511時間に約2分の1に減少している。冬季など舎飼時の飼料給与や牛床の掃除などの作業には、朝夕1時間、1日約2時間を費やしているが、放牧期にはこの作業が授乳中の親牛や子牛に限られ、1日当たり30分から1時間に減少するためである。粗飼料生産・収穫に関わる作業は、周年舎飼時の637時間から371時間に42%減少している。これは放牧により舎飼期間が減少し給与する粗飼料の必要量が減少したことによる。

この結果、家畜飼養全体の農作業は1,599時間から918時間に、親子1頭当たり約400時間から229時間に減少している。とくに、気象条件の厳しい5月から10月の半年間の農作業の減少が顕著である。また、家畜飼養と稲作を併せた農作業時間は、周年舎飼時の1,955時間から1,261時間に734時間も減少している。

第3図はB牧場の放牧延べ頭数と農作業時間を月ごとに見たものである。冬季の牛舎での飼料の調理・給与や牛床の掃除に要する作業は、1日当たり延べ3時間30分(月105時間)であるが、放牧期間中は授乳のため牛舎に留まる親牛と子牛のみの飼養のため、1時間30分(月45時間)ほどに短縮している。A牧場同様に牧草や野草、稲わら収穫の集中する5月から10月に放牧を行い、牛舎内での作業が縮小されるため、作業時間の季節偏在は少なくなっている。

なお、放牧導入後の両牧場の家畜1頭当たりの作業時間を比較すると、A牧場の229時間に対して、B牧場では144時間であり、A牧場の約3分の2で



第3図 B牧場(繁殖牛10頭)の月別放牧頭数と農作業時間

ある(前掲第4表)。これは次項で述べるように、B牧場では、調理や給与に手間を要する粗飼料の給与量が少ないこと、粗飼料が乾草と裁断された稲わらのため、ソルガムサイレージや結束わらを給与するA牧場に比べて、粗飼料の取り出しや調理に要する作業が短いこと等による。また、牧草地面積の狭いA牧場の方が牧草生産に要する作業時間が多いのは、A牧場がイタリアンとソルガムやイタリアンとイヌビエの輪作など収穫回数が多いことに加えて、乾草収穫調製の際の反転乾燥・集草を手作業で行っていること、ソルガムサイレージやソルガムの青刈り給与など作業時間を要する収穫を行っていることによる。B牧場では牧草地の乾草収穫は2回のみであり、刈取り、反転乾燥、集草、梱包作業はすべて機械で行うため作業時間は短くなっている。

### 3 小中規模の繁殖経営における飼料給与の実態と放牧による飼料自給率の向上

飼養規模の異なるA牧場とB牧場の飼養上の相違点は、家畜への飼料給与内容に見られる。第5表は2牧場の親牛1日当たりの粗飼料と濃厚飼料の給与内容と給与量を、放牧時、舎飼(維持)時、舎飼(産前産後)に分けて示している。

両牧場とも放牧時は粗飼料を給与せず、放牧地での家畜自らの採食に任せている。舎飼時の粗飼料給与量は、飼養頭数の少ないA牧場の方がB牧場よりも多い。濃厚飼料の給与を見ると、粗飼料給与量の多いA牧場では維持期、産前産後とも、B牧場よりも濃厚飼料の給与量は少ない。この結果、両牧場の濃厚飼料の年間給与量、購入費は大きく異なり、A

第5表 繁殖牛（親牛）1頭当たりの飼料給与の実態と自給率

	1日1頭当たり飼料給与量						年間給与日数 (日)	年間給与量					濃厚飼料 購入費 (円)	
	粗飼料(kg)		濃厚飼料(g)					原物(kg)			TDN(kg)			自給率 (%)
	稲わら	乾草	配合	フスマ	大豆粕	その他		稲わら	乾草	濃厚飼料	粗飼料	濃厚飼料		
<b>A牧場</b>														
放牧時							154							
舎飼(維持)時	5.6	2.2	600	300			111	622	244	100	347	66		4,412
舎飼(産前産後)	5.6	2.2	1800	550	200		100	560	220	255	313	172		11,998
年間計							365	1,182	464	355	660	238	85.0	16,410
同(放牧なし)							365	2,044	803	494	1141	330	77.6	22,531
放牧による増減								-862	-339	-139	-481	-92	7.4	-6,122
<b>B牧場</b>														
放牧時			220			780	158			158		49		5,705
舎飼(維持)時	4.2	1.9	1300	520			47	198	90	86	116	57		4,025
舎飼(産前産後)	4.2	1.9	2500	450	800		160	675	307	600	396	415		32,268
年間計							365	873	397	844	513	521	69.1	41,999
同(放牧なし)							365	1,533	694	973	898	663	57.5	49,825
放牧による増減								-660	-296	-130	-386	-142	11.5	-7,826

注) 自給率(粗飼料給与率)は、放牧期間の1日当たり飼料摂取量を舎飼(維持)期間の1.2倍として、次式により算出。  
 自給率(%) = (1 - (年間濃厚飼料TDM給与量) / (年間飼料TDM給与・摂取総量)) \* 100

牧場の親牛1頭当たり355kg、約16千円に対して、B牧場では844kg、約42千円を費やしている。

放牧導入による飼料給与量の変化を見ると、A牧場の方がB牧場よりも、稲わらや乾草など粗飼料給与量の減少が著しい。濃厚飼料の節減量はわずかながらB牧場の方が多い。

なお、濃厚飼料を海外からの輸入飼料、粗飼料を国産飼料として、親牛への国産飼料の給与割合(自給率)を計算すると、A牧場では可消化養分総量(以下、TDN)ベースで85%、B牧場では69.1%となる。

つぎに子牛への飼料給与内容をみておく(第6表)。B牧場では一部の子牛を授乳中、親牛と共に放牧することがあるが、基本的には両牧場とも子牛は舎飼飼養であり、その飼料給与内容は以前と変わりはない。A牧場では子牛出荷までの265日間に1頭当たり乾草921kg、濃厚飼料464kgを給与し、B牧場ではそれぞれ421kgと773kgを給与している。TDN量で見た子牛の給与飼料総量に対する粗飼料(乾草)の給与割合(飼料自給率)はA牧場55.1%、B牧場25.2%である。子牛1頭当たりの濃厚飼料の

購入費はA牧場の約25千円に対して、B牧場では約44千円と高くなっている。

以上のように、飼養頭数の少ないA牧場では、親牛、子牛ともに粗飼料給与量が多く、頭数の多いB牧場では濃厚飼料の給与量が比較的多い。自給可能な粗飼料の給与が多いほど費用は節約されるが、粗飼料収穫は多労のため自給には限界がある。このため、飼養頭数の多い経営では1頭当たりの粗飼料給与を減さざるを得ず、その分、濃厚飼料の給与量が増えるのである。

なお、事例牧場の親牛と子牛をあわせた飼料自給率はA牧場75.2%、B牧場55.2%であり、飼養規模が大きくなるにしたがい飼料自給率が低下する。しかし、両牧場とも約5か月間放牧を行うことにより自給率は5~8ポイント向上している。わが国の畜産全体の飼料自給率は約26%、酪農では34%、肉専用種肥育ではわずか4%である<sup>12)</sup>。これに対して繁殖経営の飼料自給率は比較的高く、全国平均で約60%である。繁殖経営は地域資源の活用や資源循環という点からみると優等生と言えるが、放牧はさらに自給率を高めることにも寄与する。

第6表 子牛の哺育育成1頭当たり飼料給与の実態と自給率

	子牛の哺育 育成期間 (日)	期間内 必要TDN量 (kg)	期間内の飼料給与量				粗飼料給与率 (自給率) (%)	濃厚飼料 購入費 (円)
			原物(kg)		TDN(kg)			
			乾草	濃厚飼料	乾草	濃厚飼料		
A牧場	265	775	921	464	427	348	55.1	25,299
B牧場	268	775	421	773	195	580	25.2	43,899

4 小中規模の繁殖経営における

粗飼料生産費の相違

ここでは中山間地域の農家で利用されている牧乾草や野草、稲わらなどの生産・収穫費用を飼養規模の異なるA, B 2牧場の実態より明らかにしておく。両牧場とも家畜に給与する粗飼料は、すべて地元で産する稲わらや牧草、野草を自家生産ないし近隣農家からの購入により確保している。

第7表は両牧場の粗飼料生産・収穫について、10a当たり及び100kg(乾草換算)当たりの収穫量、作業時間、費用を明らかにしたものである。100kg当たりの費用合計は作業労賃(1時間当たり750円とする)に種子・肥料・燃料などの物財費を加えたものである(機械償却費を除く)。

まず、飼料作物や牧草の生産についてみておく。A牧場では小面積の飼料畑(5筆21a)のなかで高収量をあげる飼料生産(イタリアン乾草2回採草後にソルガム栽培・収穫・サイレージ調製、収穫量10a当たり計2,543kg)や牧乾草生産(イタリアンとイヌビエの乾草4回収穫、同1,581kg)を行っている。高収量をあげるため種子や肥料などの物財費は100kg当たりそれぞれ1,528円、1,378円と非常に高い。また、小区画圃場での作業に加えて、刈払った牧草の反転乾燥や集草、サイロ詰めを手作業で行っているため、作業時間が長く、作業労賃をあわせた1kg当たりの費用合計は飼料生産49円、牧乾草生産39円

になる。さらに、モアやベラーなどの機械の利用面積が少ないため、機械償却費は30円/kgにも達し、飼料生産費は非常に高くなっている。このようにA牧場では集約的な飼料作物および牧草生産を行っている。

対照的にB牧場の牧乾草生産費は低く抑えられている。10a当たりの施肥量や牧草の播種量や収穫回数が少ないため、収穫量は677kgと少ないが物財費も少ない。粗放的な牧草生産である。また、B牧場では牧草の収穫をモアによる刈取り、テッターによる反転(乾燥化)と収集、コンパクトベラーによる梱包という一連の機械作業で行っており、A牧場より収穫面積、収穫量が多いにもかかわらず、その作業時間は短くなっている。機械の償却費を除く費用合計は約23円/kgである。モアやベラーは一家三代で共用するため、取得価格(96万円、半額助成)の3分の1を評価額として償却期間を10年間とすると、年償却費は32千円と見ることが出来る。ベラーは野草や稲わらの収穫にも利用するため、B牧場の粗飼料の総収穫量約17トンから計算すると機械償却費は約2円/kgほどである。したがって、B牧場の牧乾草生産費は機械の償却費を含めても25円程度であり、同品質の購入乾草よりも10円ほど低い水準にある。

つぎに、野草の収穫をみておく。野草収穫は手作業が多く最も労力を要するが、水田法面や道路際の

第7表 粗飼料の生産収穫の方法と作業時間、収穫量、経費等

	収穫・調製方法	収穫面積(a)	生産・収穫作業(時間)	収穫量(kg)	生産・収穫経費(円)	乾草換算100kg当り		
						作業(時間)	経費(円)	コスト(円)
(A牧場)								
飼料生産	乾草:刈取(モア)、乾燥(手作業)、梱包(ベラー) サイレージ:刈取(モア)、運搬・サイロ詰め(手作業)	10	113	2,543 (2,543)	38,848	4.46	1,528	4,874
牧乾草生産	刈取(モア)、乾燥(手作業)、梱包(ベラー)	10	54	1,581 (1,581)	21,785	3.40	1,378	3,925
野草収穫	刈払(草刈機)、集草・運搬(手作業) 他農家からの刈取り野草の譲渡あり	120	174	3,500 (300)	8,700	4.97	249	3,977
稲わら (結束わら)	結束わらの買取り(8500円/10a)、 手作業による収穫	107	41	4800 (450)	92,716	0.85	1,932	2,572
(B牧場)								
牧乾草生産	刈取(モア)、乾燥・集草(テッター)、 梱包(ベラー)	50	70	3,384 (677)	25,500	2.07	754	2,305
野草収穫	刈払(草刈機)、集草・運搬(手作業) 他農家からの刈取り野草の譲渡あり	160	220	4,742 (300)	11,000	4.64	232	3,712
稲わら (裁断わら)	裁断わらの乾燥・収集(テッター)、 梱包(ベラー)	283	85	8,722 (310)	12,750	0.97	146	877

注1) A牧場の飼料生産は、イタリアンの牧乾草収穫2回(4月下旬、6月上旬)後、ソルガムの播種、刈取り・サイロ詰である。  
 2) 牧乾草生産は、A牧場はイタリアンの収穫(2回)後再生するイヌビエの牧乾草収穫2回、B牧場はイタリアンの収穫(2回)である。  
 3) 収穫量の( )は10a当たりの収穫量(乾草換算)である。  
 4) 経費は種子代、肥料代、燃料代、消耗品代であり、機械の償却費は含まれていない。  
 5) コストは作業労賃を750円/時間として経費に加えたものである。

野草刈りは稲作や生活環境保全の意味合いも兼ね備えている。刈取った野草は軽トラックに積み牛舎に運んでそのまま家畜に給与したり、家の前で乾かしてからベラーで梱包して貯蔵飼料にしたり、1～2日刈取った場所で乾かして束ねて持ち帰るなど、収穫調製・給与形態は多様である。また、近隣の農家が刈取り集めておいた野草をもらってくることも少なくない。このため野草の収穫量や作業時間を正確に把握することは容易ではない。しかし、両牧場とも細かく農作業日誌を記帳しているため、野草収穫に関する作業時間などの把握が可能である。これをもとに野乾草100kg当たりの作業時間を計算するとB牧場では4.6時間となる。作業時間のうち3分の1を刈払機を使用するとし、その燃料、替刃などの物財費を1時間当たり150円とすると、労賃も含めた野草収穫費用は約37円/kgとなる。A牧場の野草収穫量は年間の乾草必要量から牧草や飼料作の生産量を差し引いて求めたものであるが、その費用は約40円/kgになる。

稲作の副産物である稲わらは、収穫に要する作業時間、費用とも牧草や野草に比べて低いため、両牧場とも粗飼料の中で最も収穫量が多くなっている。A牧場はバインダーで刈取り結束し、稲架で乾燥さ

せて脱穀した後の結束した稲わらを取獲している。他農家からの購入や堆肥との交換による確保もあり、購入する場合は10a当たり8,500円を支払っている。10a当たりの収穫量は約450kgであり、作業労賃や輸送燃料費を加えた収穫費用は約26円/kgである。

B牧場は、主に他農家の稲作圃場のコンバインで籾を取獲した後、圃場にばらまかれる裁断された稲わらを受領している。収穫はテッターで2回反転し乾燥させたあと帯状に集草し、コンパクトベラーで集めながらロール状に梱包し軽トラックに積んで運搬する。稲作農家にコンバインによる稲わらの裁断長を長めに調整してもらい圃場からの集わら率を上げ、10a当たり310kgほどの稲わらを受領している。裁断された稲わらのため家畜に給与する際、カッターなどで切り刻む手間を要しない。一家全体では約10haの稲作圃場から裁断した稲わらを取獲しているが、親牛10頭を飼養する老夫婦が収穫する面積は280aほどである。結束わらと異なり購入費がかからないため、機械の燃料費と労賃をあわせた稲わら収穫の費用は1kg当たり約9円である。テッターやベラーの機械償却費を加えても約11円である。

第8表 事例牧場の家畜生産に関わる経費の実態

(単位:円)

	A牧場(H12年)			B牧場(H13年)		
	経費	増減	備考	経費	増減	備考
購入濃厚飼料費						
親牛用	16,608	-6,000	放牧時給与なし	42,468	-8,000	放牧時給与筋減
子牛用	30,690			43,844		
稲わら購入費	9,981	-16,290	放牧時給与なし	0		無償調達のため変化なし
牧草種子・肥料代	7,034	-1,721		3,070	-1,132	
ビタミン等補助栄養	8,810			3,293		
種代・授精料	9,544			14,344		
診療費	1,875	-4,000	疾病減少	1,214	-4,500	疾病減少
妊娠鑑定費	1,500			600		
予防接種・医薬品費	3,700	3,700	ダニ駆除年3回	4,574	4,574	ダニ等の駆虫薬毎月
子牛検査・登録・ワクチン等	6,165			5,808		
家畜共済保険料	16,637			10,000		
削蹄費	4,000	-6,000	削蹄回数減少	4,000	-6,000	削蹄回数減少
光熱・水道費	4,500			4,347		
燃料・消耗品費	7,240	-1,543	採草作業減少	4,614	-1,317	採草作業減少
修繕費	4,706			3,128		
放牧利用料	0			1,489	1,489	入会地放牧料@2000円
事務費・その他	2,500			3,803		
繁殖牛減価償却費	40,000			28,000		
機械減価償却費	13,750			3,404		
牧柵資材償却費	7,500	7,500	2セット、15万円	4,255	4,255	3セット、20万円
(費用合計)	196,740	-24,354		186,256	-10,631	

注) 斜体字は放牧により変化した費目・経費。増減は放牧による増減であり、増減額は聞き取り調査および前述の飼料給与、粗飼料確保の実態をもとに算出した。

## 5 里地放牧による子牛生産費の節減

第8表は、1頭の親牛飼養と子牛生産に関わる年間費用、及び放牧によるその変化をみたものである。

親牛（繁殖牛）や機械、牧柵資材の減価償却費も含めた親子の飼養・生産費（人件費を除く）は、A牧場では約197千円、B牧場では約186千円である。前述のようにB牧場はA牧場に比べて親牛、子牛ともに濃厚飼料の給与量が多いため、購入濃厚飼料費は親子併せて86千円と、A牧場の47千円よりも39千円も高くなっている。それにもかかわらず費用合計はB牧場の方が約1万円低くなっている。これはB牧場の方が親牛の評価額が低いため減価償却費や保険料が低いこと、粗飼料の収穫や放牧面積が広いこと、機械や牧柵の償却費が低いこと、稲わらを無償で確保していることなどによる。

放牧導入より減少した費目と費用は、親牛の濃厚飼料費（6～8千円、前掲第4表）、稲わら購入費（A牧場のみ約16千円）、下痢などの疾病減少による診療費（約4千円）や削蹄費（6千円）、粗飼料必要量の減少による牧草種子肥料代及び燃料・消耗品費（2～3千円）などである。一方、放牧により新たに生じた費用は、医薬品費（駆虫薬、約4千円）、放牧料金（B牧場のみ約1,500円）、牧柵資材費（4～8千円）である。

この結果、放牧導入によりA牧場では1頭当たり約24千円、B牧場では約11千円の費用が節減されている。

## 6 小 括

中山間地域の代表的な規模の異なる繁殖経営2事例の農作業、粗飼料給与内容、粗飼料生産、及び子牛生産費の実態を分析し、里地放牧によるそれらの変化を、両事例を比較しながら具体的に明らかにした。その結果、放牧導入によって夏季農作業ピークが緩和され、顕著な省力化が図られていること、給与飼料、とくに粗飼料給与が著しく節約されること、費用の面では牧柵や衛生資材費が新たに発生するが、購入飼料費を始めいくつかの費用が節約され、総費用もわずかながら低減していることが明らかにされた。

また、2事例を比較すると、小規模経営では親牛、子牛ともに粗飼料の給与量が多いこと、それにもか

かわらず粗飼料生産に多くの労働や費用を要していること、このため、放牧導入による粗飼料給与の節約とその労働や費用の節減が、中規模経営よりも顕著であることが明らかにされた。

しかし、繁殖経営全体として見た時の両者の省力化や収益改善の効果は、以上の分析だけではわからない。また、両事例ともに必ずしも一般化できない部分がある。たとえば、A牧場ではサイロを活用するため他の農家ではほとんど行われていないソルガムサイレージ生産を行っていること、B牧場では3世代で機械を利用しているため、その償却費が著しく低いことなどである。

そこで、両事例をより一般化した中小規模の繁殖経営モデルを構築し、放牧が両タイプの収益性等に及ぼす効果を明らかにする必要がある。また、放牧の導入は、上述のように顕著な省力化や飼料給与量の節約をもたらすことから、飼料調達方法や飼料給与内容の変更、飼養規模の拡大などの飼養技術の変化を誘起させることが十分考えられる。そこで、次章では、構築したモデルをもとに、こうした放牧導入により誘発されると考えられる経営の変化をふまえたシミュレーションを行い、放牧導入後、中小それぞれのモデルにおいて、どのような方向に経営が変化しうるか検討し、里地放牧が中山間地域の繁殖経営に及ぼす影響を明らかにする。

## IV 放牧導入が繁殖経営の飼養技術と収益性に及ぼす影響

中山間地域の中小規模の繁殖経営では、家畜に必要な粗飼料を稲わらや畦畔などの野草収穫、転作田での牧草や飼料作物生産により確保している。このため、わが国畜産の中では最も高い飼料自給率を保っているが、その収穫や生産には多くの労務や費用を要する。とりわけ畦畔などからの野草収穫は稲栽培や生活環境の保全と重なる作業とは言え、非常に過重な労働である。他方、モアやベラーなど高額な機械を利用した飼料作物や牧草生産・収穫は、収穫面積が小さいと生産費を著しく割高にする。

放牧を取り入れることにより粗飼料給与量は減少する。このため、経済的観点から労力や費用のかからない生産・収穫方法へのシフト、あるいは粗飼料

の購入が新たな選択肢になりうる。また、労力的な制約から粗飼料生産量が制約され、濃厚飼料多給の飼養を行う経営では、放牧導入により舎飼時の濃厚飼料給与量を減らし粗飼料給与量を増やす対応も考えられる。さらに、放牧導入による省力化を通して飼養規模の拡大を図ることも可能である。

そこで、この章ではA、B両牧場の経営分析より得られた家畜飼養に掛かる農作業時間、家畜への飼料給与、粗飼料の生産・収穫、肉用牛生産に掛かる費用、放牧に関わる基礎データをもとに、2つの繁殖経営モデルを設定し、放牧導入・拡大による繁殖経営の労働や所得、収益性への効果を明らかにするとともに、飼養技術の変更や飼養規模の拡大による効果を検討する。

1 繁殖経営モデルの前提条件と経営展開のシナリオ  
まず、飼養規模の異なるA、B両牧場をもとにした小規模と中規模の繁殖経営モデルを以下のように設定する（第9表）。

1) 子牛の生産性・農作業労務

小規模モデルは、飼養頭数は少ないが優良系統の親牛を擁し、市場評価の高い子牛生産を行う。親牛4頭を飼養し子牛を年間3.8頭生産し（平均分娩間隔383日、生産率95%）、子牛の市場販売価格は380千円（出荷日齢265日）とする。中規模モデルは、飼養頭数は多いが優良系統の親牛は少なく、生産した子牛の販売価格は市場平均をやや下回る。親牛10頭を飼養し子牛を年間9.4頭生産し（平均分娩間隔388日）、子牛の市場販売価格は330千円（出荷日齢268日）とする。

第9表 肉用牛経営モデルおよび里地放牧導入の前提条件

	小規模経営	中規模経営
(飼養規模・子牛生産)		
親牛飼養頭数	4頭	10頭
分娩間隔(子牛生産率)	383日(95%)	388日(94%)
子牛販売価格	380千円/頭	330千円/頭
(農作業時間)		
牛舎内作業	親牛・子牛舎飼延べ頭数 * 17分/日頭	同左13分/日頭
稲わら収穫作業	必要量(親牛舎飼延べ頭数 * 5.6kg/日頭) * 収穫作業時間(51分/100kg)	同左、4.2kg、 58分
牧草生産作業	必要量(親牛舎飼延べ頭数 * 2.2kg/日頭 + 子牛用921kg * 3.8頭) * 1/2 * 生産作業時間(204分/100kg)	同左1.9kg、421kg * 9.4頭 124分
野草生産作業	同上 * 1/2 * 生産作業時間(298分/100kg) * 1/2	同左278分
放牧管理作業	放牧地1haまでは4分/日頭。1haを超える部分は8分/日頭。	
(1頭当たり飼養・生産経費)		
親牛濃厚飼料費	周年舎飼費用(22,531円) - 放牧日数 * 40円/日	同左49,825円、50円/日
子牛濃厚飼料費	25,299円	43,899円
稲わら購入費	必要量(親牛舎飼延べ頭数 * 5.6kg/日頭) * 収穫作業経費および購入代金(1,889円/100kg)	なし
稲わら収穫経費	必要量 * 燃料・消耗品(43円/100kg)	同左146円/100kg
牧草生産費	必要量 * 種子・肥料・燃料・消耗品(1378円/100kg)	同左754円/100kg
野草収穫経費	必要量 * 燃料・消耗品(249円/100kg) * 1/2	同左232円/100kg
ビタミン等補助栄養	8,810円	8,810円
種代・授精料	10,057円	9,927円
診療費	子牛1回(@2000円)、親牛3回(周年舎飼、@1500円)・1回(放牧90日)・0回(150日)	
妊娠鑑定費	1haを超えて放牧を行う場合には実施する	
予防接種・医薬品費	予防接種700円、駆虫薬放牧40日ごとに1回(1000円/頭)	
子牛検査・登録費等	7,305円	7,211円
家畜共済保険料	16,600円	10,000円
削蹄費	子牛1回(3000円)、親牛2回(周年舎飼、@4000円)・1回(放牧90日)・0.5回(150日)	
光熱・水道費	4,500円	4,347円
燃料・消耗品費*	2,500円	2,400円
修繕費	4,706円	3,128円
放牧利用料・借地料	なし	なし
事務費・その他	2,500円	2,400円
親牛減価償却費	40千円(評価額40万円)	28千円(評価額28万円)
機械減価償却費	55千円(モア・ペーラー取得額55万円、全頭分)	96千円(全頭分)
牧柵資材償却費	パワーユニットは1haにつき1器(5万円)、ワイヤーと支柱は10aにつき1万円(償却期間5年)	

注) \* 牧草生産、稲わらおよび野草収穫に関わる燃料・消耗品は除く。

放牧開始前の飼料給与内容は、小規模モデルはA牧場の実態にしたがい粗飼料多給、中規模モデルはB牧場にしたがい濃厚飼料多給とする。

粗飼料の確保は、両モデルとも牧草、稲わら、野草に限定し、それらの作業時間はそれぞれの粗飼料の必要量に第7表で明らかにした作業時間を乗ずる。両牧場とも乾草は牧草と野草2分の1ずつとする。なお、野草収穫については稲作栽培や生活環境の管理も兼ねているので作業時間の2分の1を家畜飼養に関わる作業とする。

## 2) 生産費

購入飼料費は両タイプとも前掲第5表、第6表の飼料給与方式にしたがい、放牧日数に応じて親牛の濃厚飼料給与量・購入費は減少させる。稲わらの購入費については、小規模モデルでは50aまでは自家圃場から確保し、それ以上に必要な稲わらは10a(450kg)当たり8,500円で購入する。中規模モデルでは裁断わらを受償で収穫することとする。ただし、燃料費は第7表にもとづき計上する。乾草(牧草及び野草)生産に要する費用(燃料、消耗品を含む)は、その必要量に前掲第7表の費用を掛ける。牧草生産は小規模モデルでは集約栽培し10a当たり収穫量を1,400kgとし、中規模モデルでは粗放な栽培により収穫量を700kgとする。野草収穫についてはその作業時間と同様に燃料や消耗品費の2分の1を費用とする。

ビタミン等の補助栄養はA牧場の支出実態にあわせる。種代・授精料は平均授精回数を1.5回として計算する(7,035円/回)。診療費は両牧場の実態から、放牧日数に応じて親牛の受診回数を漸次減少させる。1haを超えて放牧を行う場合は放牧地が観察の不便な遠方に立地することから家畜の妊娠鑑定を行うものとする。

予防接種・医薬品費は、予防接種のほかにダニが媒介する寄生虫の駆虫薬を、放牧40日ごとに1頭当たり1回(1000円)滴下しする。子牛検査・登録費等は、子牛の生産検査、ワクチン接種、去勢等の費用で、去勢牛と雌牛の平均費用を用いる。削蹄費は周年舎飼の場合は、親牛2回(4000円)、子牛1回(3000円)を必要とし、放牧日数90日の場合は親牛の削蹄を年1回とし、150日の場合は0.5回、210日の場合はなしとする。B牧場では削蹄を自前で行って

いるが中規模モデルでは上述の条件で行い費用を負担する。

親牛の減価償却費は、小規模モデルでは評価額を40万円とし、10産するものとする。機械の償却費はモア・ベラーに限定しA牧場で使用する機種を購入費(半額助成を受け55万円で取得)の10分の1を用いた。中規模モデルの親牛の減価償却費は評価額を28万円とする。B牧場ではモア・ベラー等の機械を3世代で共有しているが、モデルでは1世代だけで利用するものとして償却費は購入費(半額助成を受け96万円で購入)の10分の1をあてる

そのほかの費目については前掲第8表の両牧場の1頭当たり費用を用いる。

## 3) 放牧条件

放牧を展開する里地の牧養力は一律1ha当たり500日頭とし、牧草播種などの草地造成や施肥は行わない。放牧面積1haまでは牛舎から徒歩で移動できる距離に立地し、その際の放牧管理作業は放牧牛1日1頭当たり4分とする。1haを超える放牧地は自動車での移動を必要とする距離に位置し分散するため、放牧管理作業は1日1頭当たり8分とする。

牧柵は電気牧柵を使用し、パワーユニット(電源部分)は1haにつき1器(5万円)必要とし、牧柵の支柱とワイヤーの費用は10aにつき1万円要し、いずれも5年で更新するものとする。

## 4) 経営展開のシナリオ

以上の繁殖経営の前提条件で、それぞれの経営タイプ別に、以下のシナリオにもとづいて試算を行う。

(1) シナリオ1:周年舎飼と比較し放牧導入の経済性を明らかにするために、周年舎飼(放牧なし)の状態から未利用の里地に放牧を拡大し、収益性等の変化を検討する。

①既存の牧草地の一部と周囲の未利用の里地に放牧利用を展開する。

(2) シナリオ2:放牧導入による個体当たりの飼料給与量の減少を通して、粗飼料調達方法や飼料給与内容の飼養技術の変更が誘発された場合の経済性を明らかにするために、舎飼時の給与粗飼料を稲わらと牧草、野草から確保する状態から、以下のように変更した場合の収益性等を検討する。

小規模モデルでは

②野草収穫を中止し集約的牧草生産（収穫量1400kg/10a）を拡大する。

③畦畔や道路際の野草は作物栽培や生活環境保全の意味合いもあるので、現状通り採草し、集約的牧草生産を中止する。飼料畑は放牧地として利用する。不足する乾草は35円/kgで購入する。

④野草収穫及び牧草生産を中止し乾草を購入する。牧草地は放牧利用する。稲わらのみ自家および地域から自給する。

中規模モデルでは

②野草収穫を中止し粗放的牧草生産（収穫量700kg/10a）を拡大する。

③野草収穫及び牧草生産を中止し乾草を購入する。牧草地は放牧利用する。稲わらは自家及び地域から自給する。

④放牧により飼養管理の省力化と粗飼料の節約が図れるので、飼料給与内容を粗飼料多給に変更する。野草収穫量は現状とし、不足する乾草は粗放的牧草生産を拡大する。

(3)シナリオ3：放牧による省力化を通して、飼養規模の拡大が図られた場合の経済性を明らかにするため、作業の季節ピークに注意しながら、周年舎飼時の作業時間まで飼養頭数を増加した場合の収益性等を検討する。

小規模モデルでは

⑤野草収穫量は現状とし、牧草生産を中止し不足する乾草を購入しながら拡大する。

中規模モデルでは

⑤野草収穫量は現状とし、粗放的牧草生産を拡大し粗飼料を自給しながら拡大する。飼料給与内容は従来どおり（濃厚飼料多給）とする。

## 2 里地放牧の拡大による繁殖経営の改善

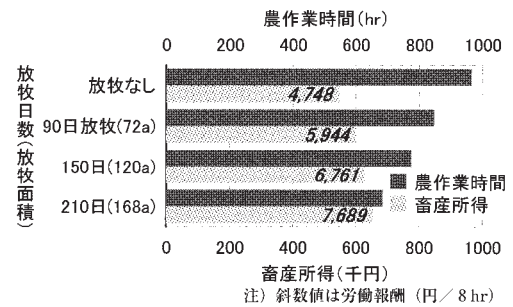
小規模モデル（繁殖牛4頭飼養）では、周年舎飼（放牧なし）から1頭当たり放牧日数を90日（放牧面積72a）、150日（同120a）、210日（同168a）に増加するに従い、農作業時間は967時間から848時間、776時間、713時間に減少する。150日放牧する場合、稲わらや濃厚飼料の節約により1頭当たり約20千円の費用が節減され、畜産所得は周年舎飼の549千円から150日放牧の628千円に79千円増加する（第4

図）。

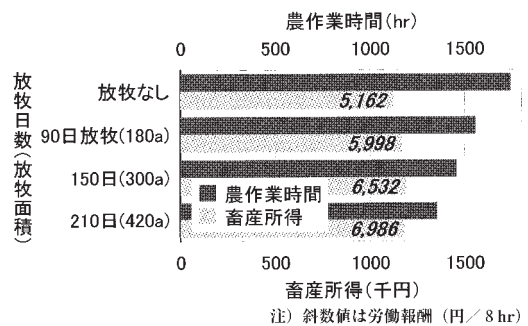
所得を農作業時間で除して1日（8時間）当たりの労働報酬とすると、周年舎飼では4,748円である。この報酬では、農家経済のなかで年金等に次ぐ経済的位置づけを持ち、当該地域の農作業労賃（軽作業）である1日当たり6,000円以上の報酬を期待すると考えられる農家では、肉用牛飼養を続けることは困難である。150日放牧する場合の労働報酬は6,761円であり、農作業労賃を上回る。

中規模モデル（繁殖牛10頭飼養）では、農作業時間は周年舎飼の1,744時間から150日放牧（放牧面積300a）の1,458時間に減少する。一方、放牧時にも濃厚飼料を給与していることや稲わら無償で確保していることから、放牧による費用の節減は1頭当たり6,500円ほどに留まる。この結果、畜産所得は周年舎飼の1,125千円から1,191千円に66千円ほど増加し、労働報酬は5,162円から6,532円に増加する（第5図）。

このように、放牧導入による労働報酬の増加は、小規模モデルの方がやや顕著であるが、1～2頭規模の繁殖経営を別にすれば、放牧導入は飼養規模に関係なく繁殖経営の収益性を向上させることを示し



第4図 放牧拡大による繁殖経営の収益性改善  
小規模モデル（粗飼料自給）



第5図 放牧拡大による繁殖経営の収益性改善  
中規模モデル（粗飼料自給）

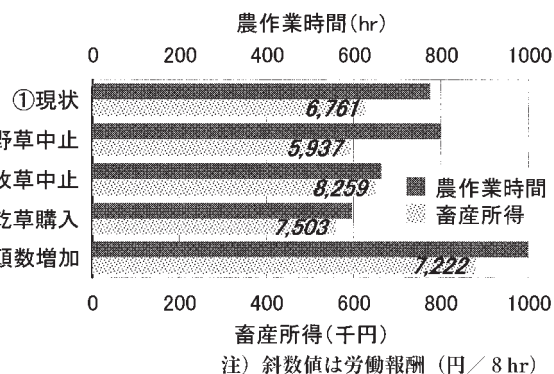


ている。いずれのモデルでも現行の子牛価格を前提とすると、1頭当たり18a以上の里地の放牧地を確保し、90日以上放牧飼養を行えば、農作業時間の低減と費用の節減により、農作業労賃を上回る労働報酬が確保される。これらの試算結果は前掲第2表に示す近年の周年舎飼形態の繁殖経営の激減、放牧を行う農家の存続を経済的に裏付けるものである。

### 3 放牧導入に伴う飼養技術の変更、規模拡大の経済性比較

#### 1) 小規模モデル-集約的牧草生産の中止と規模拡大による収益向上-

第6図は小規模モデルにおいて、粗飼料の調達を、①現状(稲わら、牧草、野草の確保)、②野草収穫を中止し牧草生産を拡大する(①②は粗飼料すべて自給)、③稲作や生活環境の保全とも重なる野草の刈取り・収穫は現状を維持し、牧草生産を中止しそれに替わる乾草(1kg当たり35円)を購入し、牧草地は放牧利用する、④稲わら以外の粗飼料生産を中止し、それに替わる乾草を購入する、それぞれの場合について農作業時間、畜産所得、労働報酬を示したものである。



第6図 粗飼料調達方法の変更等による収益性改善 小規模モデル (約150日放牧)

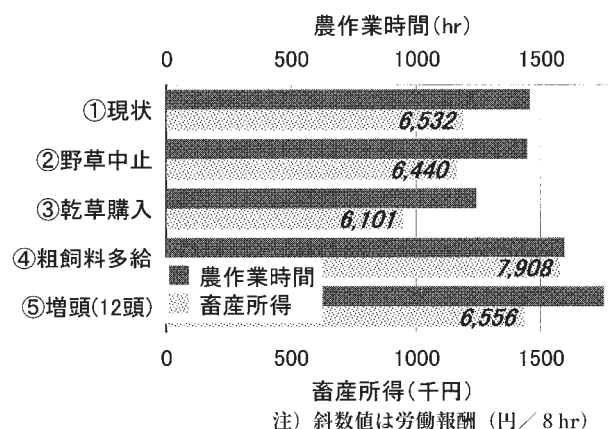
小規模モデルでは牧草収穫に手作業があり、資材費や機械の償却費が高くつくことから、②の野草収穫を止めを牧草生産を拡大すると所得や労働報酬額は低下する。また、④の野草や牧草の収穫を止め乾草を購入すると、農作業時間が減少し労働報酬は7,503円に向上するが、畜産所得は低下する。最善の方法は、③の野草収穫は現状のままで、牧草生産を中止し不足する乾草を購入する選択肢である。こ

の方法の所得が最も高く、労働報酬も8,259円と最も高い水準になる。

さらに、③の牧草生産を中止し農作業時間が少なくなった分、新たな放牧地を確保し飼養頭数を6頭に増やした場合(⑤)、周年舎飼時の農作業時間(966時間)を少し上回る時間で、畜産所得を549千円から880千円に増加することが可能である。なお、周年舎飼時(4頭)の5月から10月の農作業時間は618時間であるが、放牧を導入して6頭に増頭した場合の同時期の農作業時間は487時間であり、農作業の季節ピークは緩和されている。

#### 2) 中規模モデル-粗飼料多給飼養による収益改善-

第7図は中規模モデルにおいて、粗飼料調達を、①現状(稲わら、牧草、野草の確保)、②野草収穫を中止し粗放的な牧草生産を拡大する、③牧草生産及び野草収穫を中止し、それに替わる乾草を購入する、④稲わらと牧草の収穫量を増やし、濃厚飼料の給与量を抑え粗飼料の給与量を増やす、⑤飼養頭数を12頭に増やし稲わらと牧草の収穫量を増やす(飼料給与内容は従来どおり濃厚飼料多給)、それぞれについて収益性を見たものである(①、②、④、⑤は粗飼料すべて自給)。



第7図 粗飼料給与内容の変更等による収益性改善 中規模モデル (約150日放牧)

中規模モデルでは、稲わらや牧草の収穫作業が機械化され、かつ収穫総量が多く、その作業時間や機械償却費も含めた費用が低いため、③の乾草を購入すると所得や労働報酬は低下する。このモデルでは、④の放牧により節約された労働を稲わらや牧草収穫の増加にあて、舎飼時の親牛や子牛への粗飼料の給

与量を増やし、濃厚飼料給与を減らすことによって所得や労働報酬が著しく改善される。現状の飼料給与内容のまま飼養頭数を増やす(⑤)よりも、飼料給与内容を粗飼料主体に変える方が合理的である。

以上の試算の結果は、放牧導入後の技術的対応が、両タイプで異なることを示している。遊休農地が多く存在し、その利用が可能な地域の小規模の繁殖経営では、集約的な飼料作物や牧草生産を止め、機械の過剰投資を解消し、粗放的な採草や放牧利用を展開し、不足する粗飼料は購入して省力化を図り、飼養頭数を増やすことが経済的に有利と言える。

これに対して、粗飼料確保の制約から濃厚飼料多給の飼養を行っていた中規模の繁殖経営では、牧草生産は経済的合理性を持っており、放牧導入により節約された労働を粗飼料生産の拡大に向け、舎飼時の親牛や子牛への粗飼料給与を増やし、濃厚飼料を減少させ、その購入費を抑制することが、経済的に有利と言える。同時に飼料自給率を著しく向上させる。

V 放牧利用による中山間地域の里地の経済性

最後に、中山間地域における放牧など里地の畜産的利用の経済性を検討する。

第10表は、人力除草による農地の保全管理、稲作に要する労働とそれによりもたらされる所得及び土地純収益を比較したものである。「土地純収益」はある土地利用から産出されるものの経済的価値から、その土地利用に投じられる要素の費用(人件費を含む)を差引いた金額で表される土地利用の経済性指標であり、地代水準や土地価格に反映されるものである。

第10表 稲作等による農地利用の経済性

	保全管理	稲作(島根県)	稲作(50a未満)
10a当たり労働時間(時間)	12.0	49.0	56.3
10a当たり所得(円)	0	33,425	13,674
10a当たり土地純収益(円)	-10,800	-2,403	-26,841
(参考)			
10a当たり収量(kg)		502	522
30kg当たり価格(円)		6,937	6,843
作付面積(a)		60.5	34.5

注1) 稲作は平成12年産米生産費調査。50a未満は中国地方平均。

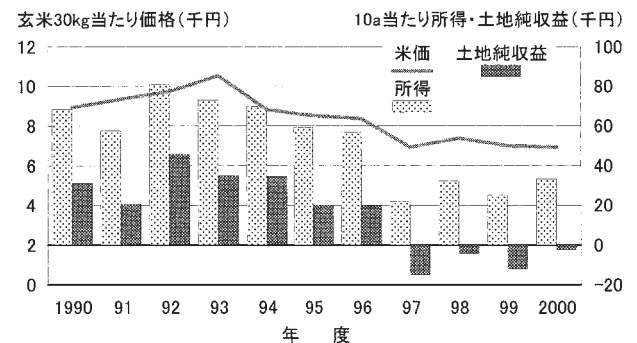
注2) 土地純収益は労働費を1時間当たり750円として計算。

保全管理は労働時間は最も少ないが、生産を伴わないため草刈りに要する燃料や資材の消耗品費(1

時間当たり150円)、及び作業労賃(1時間当たり750円)を費用に計上すると、土地純収益はマイナス1万円以下である。すなわち、農地を荒らさないで保全するにはこれくらいの費用を要すると言えよう。

つぎに、稲作の場合、島根県平均では10a当たり49時間の労働を投下して、33千円の所得を得ているが、土地純収益はマイナス2.4千円である。農地を保有する地主が、稲作業のすべてを雇用労働により行い、雇用労賃を支払うと総費用が生産物の販売額を上回る状態である。しかも、これは平均的な農家の数値であり、耕作条件の劣る地域や小規模経営では、このマイナスはさらに大きくなる。たとえば、作付規模50a未満の経営(中国地方平均)の土地純収益はマイナス27千円である。

第8図は、米価の推移と稲作による土地純収益の推移を、中山間地域を広く抱える島根県で見たものである。平成5年の不作年を除き、米価は低下傾向に推移しており、それに伴い土地純収益も低下し、平成9年以降はマイナスである。米生産に関わる単位面積当たりの労力や費用が多く、収穫量の少ない中山間地域の小区画圃場では、米価が低下する中で、里地の稲作利用がいち早く経済的破綻を来たし、耕作放棄地が増加していると考えられよう。耕作放棄地の増加に伴うイノシシなどの野生獣の里地への侵入と作物への被害の増加は、農家の営農意欲をさらに低下させ、一層の耕作後退を推し進めていると理解できる。



第8図 稲作による里地利用の経済性の推移(島根県)  
注) 米生産費調査による。

つぎに、放牧を取り入れた繁殖経営による里地利用の経済性を見ておく。第9図、第10図は、IV章の繁殖経営モデルの土地純収益をみたものである。対

象とする土地面積は、稲わら収穫面積を除く採草放牧地（野草採草地、牧草生産地、里地放牧地の合計）面積である。

採草放牧地10a当たりの労働時間は、両モデルとも放牧なしでは70時間を超えているが、150日放牧する場合は小規模モデルでは37時間、中規模モデルでは32時間であり、第10表の稲作よりも労働時間は少ない。150日放牧する場合の10a当たり所得は小規模モデルでは27千円、中規模モデルでは24千円であり、前掲第10表の小規模の稲作よりも高い。労賃単価を750円/時間として、採草放牧地10a当たりの土地純収益を計算すると、小規模モデルでは3,100円、中規模モデルでは2,000円であり、稲作水準を上回り、農地の経済性を確保することができる。

また、放牧に加えて小規模モデルでは牧草生産を中止すること、中規模モデルでは粗飼料多給の飼養を行うことにより、さらにそれぞれの土地利用の経済的価値を高めることになる。

このように放牧などの畜産的利用は、現行の子牛価格が維持されれば、耕作放棄地などに限らず中山間地域の里地の利活用を図る上で、経済的にも十分期待できる。

## VI 摘 要

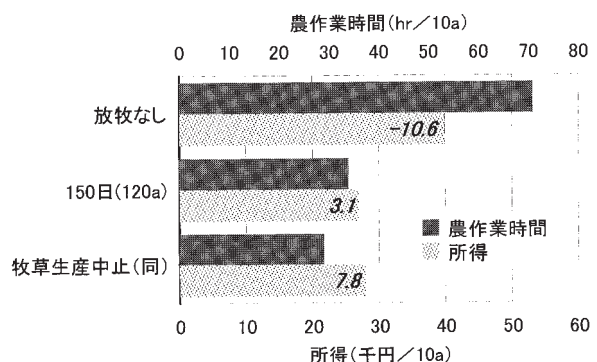
里地の放牧利用は、農家からの近在性と電気牧柵の活用により、機動的な放牧利用を可能にしており、入会牧野等の山地の放牧利用に比べて、放牧対象牛、放牧期間を拡大している。その結果、繁殖経営の省力化に顕著な効果をもたらし、繁殖牛3～4頭以上の経営では、放牧施設や放牧管理の負担を含めても、コスト低減が図れる。現状の規模や飼養技術のもとでの放牧導入の効果は、小規模経営でやや顕著であるが、総じてどちらの規模においても収益性の改善が図れる。60歳以上の担い手が一般的な中山間地域の繁殖経営の収益は、里地放牧の導入により無理のない労働で、農作業労賃以上の水準を達成することが可能であり、現行の子牛価格水準が維持されれば、里地放牧を導入した繁殖経営はしばらくは継続すると考えられる。

また、放牧日数の拡大は、飼料給与量の減少をもたらす。飼料給与内容や繁殖経営のボトルネックである粗飼料確保のあり方など飼養技術にも変化をもたらすが、飼養規模により飼養技術の変化の方向は異なる。

粗飼料多給でありながら、その生産費の高い小規模の繁殖経営では、機械化体系による牧草生産を中止し、飼養頭数の増加を図ることによって、さらに収益性を高めることができる。ある技術の導入は経営内に他の技術開発を誘発し、経営発展をもたらすことがあるが、里地放牧の導入は、小規模経営においては、飛躍的な規模拡大を行わなければ、既存の機械化体系による採草技術が無用にするという性格を持っているのである。

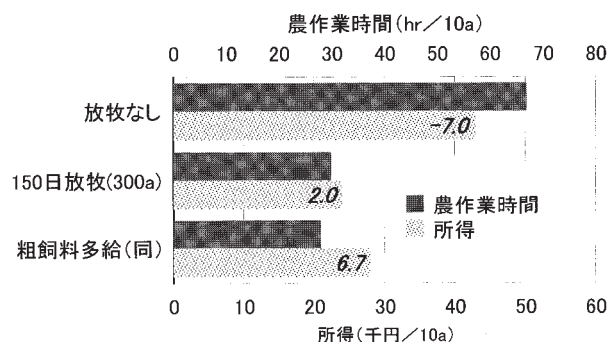
他方、中規模経営では、放牧導入により粗飼料確保の必要量が減少しても、機械化体系による牧草生産は経済的合理性を有しており、採草技術に変化をもたらすことはない。しかし、労力の制限から採草量が制約され、濃厚飼料を多給する中規模経営では、放牧導入に伴い粗飼料給与を増やし、濃厚飼料の給与を控えることにより、さらに収益性が向上し、飼料自給率の向上にも大きく貢献する。

さらに、今後ますます問題となる、中山間地域の農用地を含む里地管理について、放牧などの畜産的利用の経済性を検討した結果、採草放牧利用の土地



注) 斜数値は採草・放牧地10a当たり土地純収益 (千円)

第9図 里地の畜産的利用の経済性—小規模モデル—



注) 斜数値は採草放牧地10a当たり土地純収益 (千円)

第10図 里地の畜産的利用の経済性—中規模モデル—

純収益は稲作よりも高いことを明らかにした。稲作等の耕種部門では、土地純収益を生み出せない中山間地域の農用地管理の手法としても、放牧利用が期待される。

#### 引用文献

- 1) 千田雅之・棚田光雄・山本直之・山下裕作 1997. 三瓶山周辺の繁殖経営と放牧飼養の実態と再編課題. 中国農試経営研究第122号：1-34.
- 2) 千田雅之・小山信明・谷本保幸 2002. 中山間地域の農地管理問題と放牧の可能性－地域資源の保全を目的とする里地放牧の存立条件と研究課題－. 近畿中国四国農業研究センター研究資料第1号：1-74.
- 3) 千田雅之 2002. 中山間地域における里地放牧の意義と普及方策. 平成14年度日本農業経営学会研究大会ミニシンポジウム報告.
- 4) 澤田都那・杉山道雄・小栗克之 1995. 夏山放牧場利用が菜畜複合経営に及ぼす経済的效果. 農業経営研究86号：55-61.
- 5) 山本直之 1998. 放牧導入の経営経済性. 中国農業試験場研究資料第31号：81-87.
- 6) 周知の通りこうした牧場の管理自体問題となっているが、繁殖経営における山地放牧の評価は放牧地の維持管理の問題とは切り離されて論じられているため、繁殖経営で放牧が評価されたとしても放牧地の維持管理問題は残されたままである.
- 7) 千田雅之 1999. 中国中山間地域における肉用牛放牧の実態と省力化の課題. 農林業問題研究135号：24-31.
- 8) 日本草地畜産協会 1998. 公共牧場の活性化と効率の利用に向けて. 公共牧場問題検討委員会報告.
- 9) 山本直之・園通茂喜・大谷一郎 1997. 三瓶山周辺における肉用牛農家の放牧に対する評価と認識－アンケート調査結果から－. 中国農試経営研究第122号：35-52.
- 10) 近畿中国四国農業研究センター 2003. 中国中山間地域を活かす里地放牧. 近畿中国四国農業研究センター：1-64.
- 11) 千田雅之・小山信明・谷本保幸 2000. 繁殖経営における農作業時間と里山放牧による変化. 中国農試経営研究第128号：47-78.
- 12) 農林水産省生産局畜産部飼料課 2002. 飼料をめぐる情勢.

# Economical results of Grazing on Less-utilized Arable Fields in LFAs

Masayuki SENDA, Yasuyuki TANIMOTO and Nobuaki KOYAMA

## Summary

Grazing on less-utilized arable fields near farmer's residences and crop field was watched in the hope of maintaining the farming and conservation of regional resources in LFAs. In this report, we clarified economical results of grazing in LFAs.

First of all, they were clarified by analyzing the daily journal of farming and the account books of typical cattle-breeding farms which adopted grazing on less-utilized fields recently. Where grazing was used, the total farmwork required was remarkably reduced. In particular, between May and October which usually requires severe and long farmwork under harsh conditions, the working hours were reduced by half. It greatly contributed to the continuancy of farming carried out by elderly farmers. Adopting grazing also reduced some expenditures on cattle breeding such as grain feeds, cutting cows' hooves, and medical treatment for reducing sickness.

Secondly, we tried to prove the effectiveness of extension of grazing, change of raising forage, and enlargement of farm scale on farm economy and land utilization by operating farming models based on the actual farming situation. Results showed that the adoption of grazing reaps income and labor productivity for cattle breeding. Besides that, suspension of grass production apart from wild grass and rice straw on small scale farming, and change of feed which reduce concentration and increase forage are more economical. Its labor productivity is higher than dairy wages in other businesses and elders are willing to continue cattle breeding under the recent recession.

From the view point of land utilization in LFAs, grazing is more economical than rice cultivation under the price decline of rice.

# Synergistic Bactericidal Effect of $\alpha$ -Purothionin and Chelating Agents for Gram-negative Food-poisoning Bacteria

Shigeru OITA\*

Key words : ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA) , *Escherichia coli*, *Salmonella* spp.,  
*Vivrio parahaemolyticus*, lipopolysaccharide

## Contents

I Introduction	59
II Materials and Methods	60
1 Bacterial strains and chemicals	60
2 Assay for antibacterial activity	60
3 Extraction of $\alpha$ -purothionin by lipopolysaccharides	60
III Results	61
1 Bacterial growth inhibition by $\alpha$ -purothionin	61
2 Synergistic bactericidal effect of $\alpha$ -purothionin and chelating agent	61
3 Affinity of $\alpha$ -purothionin to lipopolysaccharide	63
IV Discussion	63
References	63
Summary	65
摘要	66

## I Introduction

Gram-negative *Escherichia coli*, *Salmonella* spp. and *Vibrio parahaemolyticus* are major food-poisoning bacteria in Japan. Antimicrobial peptides from wheat endosperm,  $\alpha$ - and  $\beta$ -purothionins, are inhibitive to fungi<sup>2,7)</sup> and some bacteria<sup>2,7,8,9)</sup>, but less inhibitive to a Gram-negative bacterium *E. coli*<sup>2)</sup>. The growth inhibition of *Salmonella* spp. and *V. parahaemolyticus* by  $\alpha$ - and  $\beta$ -purothionins has not been reported. Since  $\alpha$ - and  $\beta$ -purothionins are thought to affect the plasma mem-

brane<sup>3,13)</sup>, the tolerance of *E. coli* against  $\alpha$ - and  $\beta$ -purothionins is possibly caused by low permeability of these peptides across the cell wall.

A chelating agent ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA) alone is not toxic<sup>4)</sup> but elevates the sensitivity of many kinds of antibiotics to *E. coli*<sup>6)</sup>. The sensitization is attributed to the increase in permeability of the antibiotics across bacterial cell wall by the release of lipopolysaccharide (LPS) from the cell wall<sup>6)</sup>. An antibacterial peptide from lactic acid bacterium *Lactococcus lactis* subsp. *lac-*

---

(Received December 3, 2002)

Department of Regional Crops Science

\*Present office : Headquarters of National Agricultural Research Organization

*tis*, nisin, is inhibitive to Gram-positive bacteria but less inhibitive to Gram-negative bacteria. Gram-negative bacteria become sensitive to nisin by the mixed treatment of disodium salt of EDTA ( $\text{Na}_2\text{EDTA}$ ). Since nisin affects bacterial plasma membrane<sup>1)</sup>, the permeability of nisin across the bacterial cell wall is probably elevated by  $\text{Na}_2\text{EDTA}$ <sup>10-12)</sup>. The molecular weight of nisin (consist of 34 amino acids) is larger than that of the antibiotics such as actinomycin and tetracycline<sup>6)</sup> but is smaller than that of  $\alpha$ -purothionin (consist of 45 amino acids). If EDTA also elevates the permeability of  $\alpha$ -purothionin across the cell wall of Gram-negative bacteria, the mixed treatment of  $\alpha$ -purothionin and EDTA may inhibit the growth of the food-poisoning bacteria.

In this study, the growth inhibition of the food-poisoning Gram-negative bacteria by a mixed treatment of  $\alpha$ -purothionin and EDTA is observed. The permeability of  $\alpha$ -purothionin across Gram-negative bacterial cell wall is discussed.

## II Materials and Methods

### 1 Bacterial strains and Chemicals

Bacterial strains used in this study are shown in Table 1. The IFO and JCM type culture strains were purchased from Institute for Fermentation (Osaka, Japan) and the Institute of Physical and Chemical Research (Saitama, Japan), respectively.

$\alpha$ -Purothionin was purchased from Takara Biochemicals (Shiga, Japan), and dissolved with distilled and autoclaved water at the concentration of 1 mg/ml. The stock solution was stored at  $-20^\circ\text{C}$ .  $\alpha$ -Purothionin is further classified to  $\alpha_1$ - and  $\alpha_2$ -purothionins<sup>14)</sup>. The purchased  $\alpha$ -purothionin was identified as  $\alpha_1$ -purothionin by the assay of amino acids composition<sup>8)</sup>. EDTA,  $\text{Na}_2\text{EDTA}$ , tetrasodium salt of EDTA ( $\text{Na}_4\text{EDTA}$ ), and calcium and disodium salt of EDTA ( $\text{CaNa}_2\text{EDTA}$ ) were products of Dojin (Kumamoto,

Japan) *S. typhimurium* lipid A (L-5399), ethylene glycol-*O,O'*-bis (2-aminoethyl) -*N,N,N',N'*-tetraacetic acid (EGTA), LPS of *E. coli* (L-4005) and *S. typhimurium* (L-7261) were products of Sigma (USA). Curdlan ( $\beta$ -1,3-glucan) was a product of Wako (Osaka, Japan). EDTA and the related compounds dissolved in distilled water were adjusted to pH 8.0 prior to autoclaving.

### 2 Assay for antibacterial activity

LB medium (polypepton 1%, yeast extract 0.5%, NaCl 1%, pH 7.2), the stock solutions of  $\alpha$ -purothionin and/or chelating agents were dispensed in each well of a 96-well plate. Pre-cultured bacterial broth was diluted with autoclaved 0.9% NaCl (saline), and about  $1 \times 10^5$  cells was inoculated into each well. The total culture volume in each well was 100  $\mu\text{l}$ . After the incubation at  $37^\circ\text{C}$ , portions of the cultures were diluted with saline and were spread on 1.5% agar plates of Sensitivity Test Broth (Nissui, Tokyo, Japan). The colony-forming unit (CFU) was determined by colony counts of the plates after two days of incubation at  $37^\circ\text{C}$ .

The minimal inhibitory concentration (MIC) was defined as the concentration at which no increase of  $\text{OD}_{550}$  was shown after 24 hr of incubation at  $37^\circ\text{C}$ . The minimal bactericidal concentration (MBC) was defined as the concentration at which the CFU decreased to less than 1/100 after 24 hr of incubation at  $37^\circ\text{C}$ .

### 3 Extraction of $\alpha$ -purothionin to lipopolysaccharides

In the previous report<sup>3)</sup>, 5  $\mu\text{g}$  of  $\alpha$ -purothionin bound to 2 mg of curdlan. To estimate the affinity of  $\alpha$ -purothionin to LPS,  $\alpha$ -purothionin was extracted from the  $\alpha$ -purothionin-bound curdlan by a LPS solution. Curdlan (2mg) was pre-washed with 100  $\mu\text{l}$  of 10 mM Tris-HCl (pH 7.5) -buffered saline (TBS), mixed with 50  $\mu\text{l}$  of TBS containing 5  $\mu\text{g}$  of  $\alpha$ -purothionin, and incu-

bated at 20°C for 30 min while 5 sec of vortexing every 5 min. After centrifugation at 2000 g for 1 min, the supernatant was discarded. The curd was washed three times with 100  $\mu$ l of TBS and then mixed with 50  $\mu$ l of TBS containing 50  $\mu$ g/ml of *E. coli* LPS, *S. typhimurium* LPS or *E. coli* lipid A. The mixture was incubated at 20°C for 30 min while 5 sec of vortexing every 5 min. After centrifugation at 2000 g for 1 min, a portion (10  $\mu$ l) of each supernatant was loaded on sodium dodecylsulphate (SDS) -polyacrylamido gel electrophoresis (PAGE). SDS-PAGE and the detection of  $\alpha$ -purothionin by silver staining were reported previously<sup>8)</sup>.

### III Results

#### 1 Bacterial growth inhibition by $\alpha$ -purothionin

The MIC of  $\alpha$ -purothionin alone was 20  $\mu$ g/ml in *V. parahaemolyticus*, 30  $\mu$ g/ml in *S. typhimurium*, and 100  $\mu$ g/ml or more in *S. enteritidis* and *E. coli* (Table 1). The MBC of  $\alpha$ -purothionin could not be determined because the MBC was very higher than the MIC in these Gram-negative bacteria. Since MIC of  $\alpha$ -purothionin for Gram-positive bacteria such as *Bacillus licheniformis*<sup>8)</sup> was 5  $\mu$ g/ml or under, the Gram-negative bacteria examined were relatively tolerant to  $\alpha$ -purothionin. The low sensitivity of *E. coli* to  $\alpha$ -purothionin is correlated with the results in other study that the concentration of  $\beta$ -purothionin required

for 50% growth inhibition of *E. coli* was 250  $\mu$ g/ml<sup>2)</sup> and the antibacterial activity of  $\beta$ -purothionin was nearly equal to that of  $\alpha$ -purothionin<sup>7)</sup>.

#### 2 Synergistic bactericidal effect of $\alpha$ -purothionin and chelating agents

The MBC of Na<sub>2</sub>EDTA alone was 1 mM in *V. parahaemolyticus* but 10 mM and more in other bacteria (Table 2). The MBC of Na<sub>2</sub>EDTA was lowered by the mixed treatment with 10  $\mu$ g/ml  $\alpha$ -purothionin in every bacterial strains (Table 2). *V. parahaemolyticus* is a marine bacterium and indicates optimum growth in the medium containing 3% NaCl. When *V. parahaemolyticus* was grown in LB medium containing 3% NaCl and 10  $\mu$ g/ml  $\alpha$ -purothionin, the MBC of Na<sub>2</sub>EDTA was 10 mM. However, the MBC of Na<sub>2</sub>EDTA and the MIC of  $\alpha$ -purothionin for *V. parahaemolyticus* were 30 mM and more than 100  $\mu$ g/ml in the separate treatment.

Table 2 Synergistic bactericidal effect of  $\alpha$ -purothionin and Na<sub>2</sub>EDTA on Gram-negative bacteria.

Strain		MBC of Na <sub>2</sub> EDTA (mM)	
		-PT <sup>a</sup>	+PT <sup>b</sup>
<i>V. parahaemolyticus</i>	IFO 12711	1	0.1
<i>S. typhimurium</i>	JCM 6977	20	1
<i>S. enteritidis</i>	IFO 3313	50<	1
<i>E. coli</i>	JCM 1649	50	10
<i>E. coli</i>	JCM 5491	10	1

<sup>a</sup> The treatment without  $\alpha$ -purothionin.

<sup>b</sup> The mixed treatment with 10  $\mu$ g/ml  $\alpha$ -purothionin.

Table 1 Effect of  $\alpha$ -purothionin on bacterial growth.

Strain		MIC ( $\mu$ g/ml)
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	IFO 12711	20
<i>Salmonella typhimurium</i>	JCM 6977	30
<i>Salmonella enteritidis</i>	IFO 3313	100<
<i>Escherichia coli</i>	JCM1649	100<
<i>Escherichia coli</i>	JCM 5491	100

Both *S. typhimurium* and *E. coli* JCM 5491 indicated the same MBC of Na<sub>2</sub>EDTA (1 mM) in the presence of 10  $\mu$ g/ml  $\alpha$ -purothionin (Table 2). However, *S. typhimurium* was sensitive to lower concentrations of Na<sub>2</sub>EDTA and  $\alpha$ -purothionin than *E. coli* JCM 5491 in the mixed treatment (Fig. 1). The CFU of *S. typhimurium* increased from  $1.2 \times 10^6$ /ml to  $1.6 \times 10^8$ /ml in LB



medium after 4 hr of incubation, but the CFU decreased from  $1.2 \times 10^6$ /ml to  $3 \times 10^2$ /ml in LB medium containing 1 mM  $\text{Na}_2\text{EDTA}$  and 5  $\mu\text{g}/\text{ml}$   $\alpha$ -purothionin after the same incubation (Fig. 2).

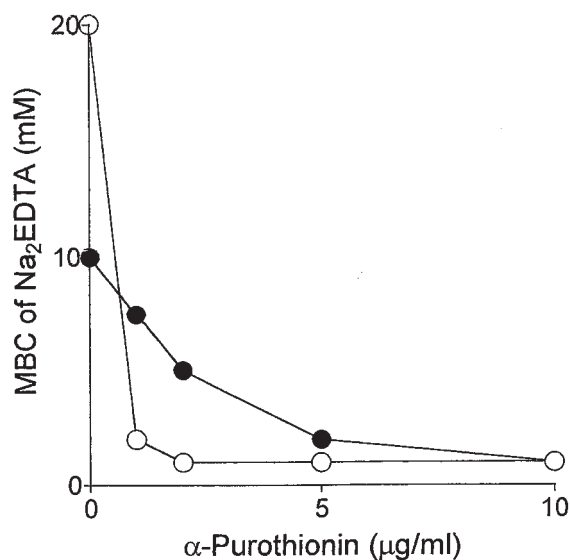


Fig 1 MBC of  $\text{Na}_2\text{EDTA}$  on different concentration of  $\alpha$ -purothionin. Open circles: *S. typhimurium* JCM 6977; closed circles: *E. coli* JCM 5491.

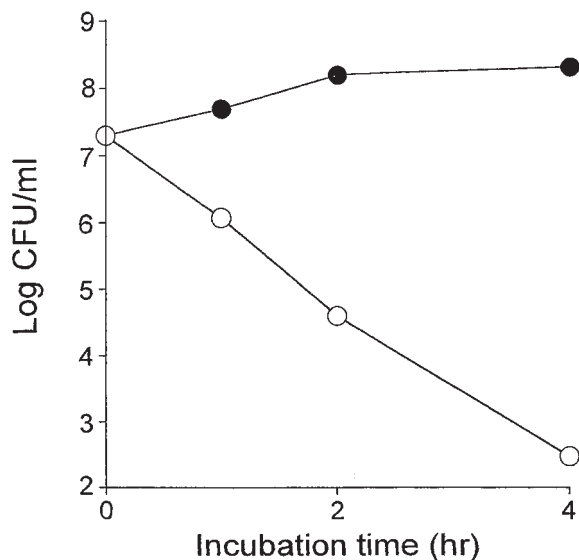


Fig 2 Time course of CFU in *S. typhimurium* JCM 6977. Open circles: addition of 1 mM  $\text{Na}_2\text{EDTA}$  and 5  $\mu\text{g}/\text{ml}$   $\alpha$ -purothionin; closed circles: no additive.

The stock solutions of EDTA and  $\text{Na}_2\text{EDTA}$  were adjusted to pH 8.0 by NaOH, whereas EDTA was more inhibitive to *E. coli* and *S. typhimurium* than  $\text{Na}_2\text{EDTA}$  (Table 3).  $\text{CaNa}_2\text{EDTA}$  indicated no antibacterial effect in the separate treatment and a slight synergistic effect with  $\alpha$ -purothionin (Table 3).  $\text{Ca}^{2+}$  suppressed the synergistic effect of EDTA and antibiotics because of stabilization of plasma membrane<sup>6)</sup>. The MBC of EGTA was 10 folds higher than that of  $\text{Na}_2\text{EDTA}$  in the mixed treatment with 10  $\mu\text{g}/\text{ml}$   $\alpha$ -purothionin, whereas the MBC of EGTA alone was originally higher than that of EDTA alone (Table 3).

Table 3 Effect of chelating agents on bacterial growth.

Chelating agent	MBC (mM)			
	<i>S. typhimurium</i> JCM 6977		<i>E. coli</i> JCM 5491	
	-PT <sup>a</sup>	+PT <sup>b</sup>	-PT <sup>a</sup>	+PT <sup>b</sup>
EDTA	5	0.1	5	1
$\text{Na}_4\text{EDTA}$	50<	1	10	1
$\text{CaNa}_2\text{EDTA}$	50<	20	50<	50
EGTA	50<	10	50<	10
Sodium citrate	100<	100<	100<	100<

<sup>a, b</sup> See to Table 2.

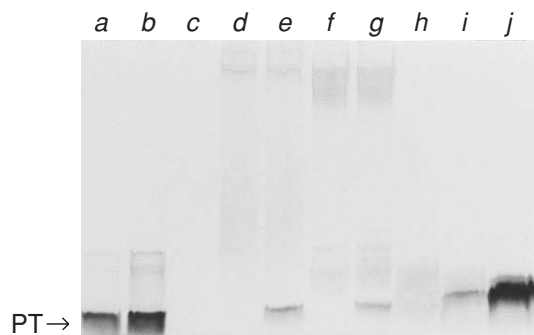


Photo 1 Extraction of  $\alpha$ -purothionin (PT) from the PT-bound curdlan by TBS containing LPS or lipid A. a: 0.1  $\mu\text{g}$  PT; b: 0.2  $\mu\text{g}$  PT; c, e, g, i: extracts from PT-bound curdlan; d, f, h: extracts from curdlan; c: extracted by TBS; d, e: extracted by *S. typhimurium* LPS; f, g: extracted by *E. coli* LPS; h, i: extracted by *E. coli* lipid A; j: extract h+0.2  $\mu\text{g}$  PT.

### 3 Affinity of $\alpha$ -purothionin to lipopolysaccharide

$\alpha$ -Purothionin was extracted by the LPSs of *S. typhimurium* and *E. coli* from the  $\alpha$ -purothionin-bound curdlan (Photo 1, e and g).

$\alpha$ -Purothionin was also extracted by a component of LPS, lipid A, although the stained bands of  $\alpha$ -purothionin and *E. coli* lipid A in the SDS-PAGE gel were overlapped (Photo 1, h and i). The result indicates that  $\alpha$ -purothionin is affinitive to the LPSs and *E. coli* lipid A.

## IV Discussion

The antimicrobial mechanism of  $\alpha$ -purothionin is not fully elucidated, whereas the interaction of  $\alpha$ -purothionin and plasma membrane seems to be the principal antimicrobial action<sup>13)</sup>. In Gram-negative bacteria, the outside of cell wall termed outer membrane contains LPS, and the inside of cell wall is constructed by peptidoglycan. Since  $\alpha$ -purothionin was affinitive to LPS (Photo 1),  $\alpha$ -purothionin may be trapped at outer membrane of Gram-negative bacteria. EDTA probably elevates the permeability of  $\alpha$ -purothionin across cell wall of Gram-negative bacteria, because EDTA releases LPS from the cell wall<sup>6)</sup>.

The previous study indicated that  $\alpha$ -purothionin is bound to chitin and  $\beta$ -glucans but not to  $\alpha$ -glucans<sup>8)</sup>. Chitin is polymeric  $\beta$ -1,4-bound *N*-acetyl-D-glucosamine. LPS is constructed by the three domains of O-polysaccharide, core oligosaccharide, and lipid A. *E. coli* lipid A contains a  $\beta$ -bound polymer of D-glucosamine<sup>6)</sup>.

$\alpha$ -Purothionin possibly binds to O-polysaccharide because of a heteropolymeric  $\alpha$ - and  $\beta$ -bound polysaccharide. Core oligosaccharide contains an  $\alpha$ -bound oligosaccharide<sup>6)</sup> and unlikely binds to  $\alpha$ -purothionin.

$\alpha$ - and  $\beta$ -purothionins are cytotoxic to cultured mammalian cells, but the oral administration of these peptides to guinea pigs (103-229 mg/kg

body weight) gives no symptom<sup>9)</sup>. The acceptable daily intake of EDTA is 2.5 mg/kg per day<sup>15)</sup>. The approved concentration of Na<sub>2</sub>EDTA for foods in USA is ranging from 36 to 500 ppm<sup>5)</sup>, which corresponds to 0.1-1.5 mM in solution. In the mixed treatment with 1 mM Na<sub>2</sub>EDTA, MBC of  $\alpha$ -purothionin was 2  $\mu$ g/ml for *S. typhimurium* and 10  $\mu$ g/ml for *E. coli* JCM 5491 (Fig. 1). The mixture of  $\alpha$ -purothionin and Na<sub>2</sub>EDTA is possibly applicable for a food preservative, however,  $\alpha$ -purothionin and Na<sub>2</sub>EDTA are not approved as food preservatives in Japan.

## References

- 1) Breukink, E., I. Wiedemann, C. van Kraaij, O.P. Kuipers, H.-G. Sahl and B. de Kruijff 1999. Use of the cell wall precursor lipid II by a pore-forming peptide antibiotic. *Science* 286:2361-2364.
- 2) Cammue, B.P.A., M.F.C. De Bolle, F.R.G. Terras, P. Proost, J. Van Damme, S.B. Rees, J. Vanderleyden and W.F. Broekaert 1992. Isolation and characterization of a novel class of plant antimicrobial peptides from *Mirabilis jalapa* L. seeds. *J. Biol. Chem.* 267:2228-2233.
- 3) Caaveiro, J.M.M., A. Molina, P. Rodriguez-Palenzuela, F.M. Goni and J.M. González-Mañás 1998. Interaction of wheat  $\alpha$ -purothionin with large unilamellar vesicles. *Protein Sci.* 7:2567-2577.
- 4) Chew, B.P., L.W. Tjoelker and T.S. Tanaka 1985. In vitro growth inhibition of mastitis causing bacteria by phenolics and metal chelators. *J. Dairy Sci.* 68:3037-3046.
- 5) Heimbach, J., S. Rieth, F. Mohamedshah, R. Slesinski, P. Samuel-Fernando, T. Sheehan, R. Dickmann and J. Borzelleca 2000. Safety assessment of iron EDTA [Sodium iron (Fe<sup>3+</sup>) ethylene-diaminetetraacetic acid]: summary of toxicological, fortification and exposure data. *Food Chem. Toxicol.* 38:99-111.
- 6) Leive, L. 1974. The barrier function of the gram-negative envelope. *Annals N.Y. Acad. Sci.* 235:109-

129.

7) Molina, A., P. Ahl Goy, A. Fraile, R. Sánchez-Monge and F. Garcia-Olmedo 1993. Inhibition of bacterial and fungal plant pathogens by thionins of types I and II. *Plant Sci.* 92:169-177.

8) Oita, S., M. Ohnishi-Kameyama and T. Nagata 2000. Binding of barley and wheat  $\alpha$ -thionins to polysaccharides. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 64: 958-964.

9) Oita, S. 2002. Control of thermoacidophilic *Alicyclobacillus acidoterrestris* by barley and wheat  $\alpha$ - and  $\beta$ -thionins. *Bulletin Natl. Agric. Res. Center Western Region* 1:49-59.

10) Stevens, K.A., B.W. Sheldon, N.A. Klapes and T.R. Klaenhammer 1991. Nisin treatment for inactivation of *Salmonella* species and other Gram-negative bacteria. *Appl. Environ. Microbiol.* 57:3613-3615.

11) Stevens, K.A., N. A. Klapes, B.W. Sheldon and T.R. Klaenhammer 1992. Antimicrobial action of nisin against *Salmonella typhimurium* lipopolysaccharide mutants. *Appl. Environ. Microbiol.* 58:1786-1788.

12) Stevens, K.A., B.W. Sheldon, N.A. Klapes and T.R. Klaenhammer 1992. Effect of treatment conditions on nisin inactivation of gram-negative bacteria. *J. Food Prot.* 55:763-766.

13) Thevissen, K., G. Alexandre, G.W. De Samblanx, C. Brownlee, R.W. Osborn and W.F. Broekaert 1996. Fungal membrane responses induced by plant defensins and thionins. *J. Biol. Chem.* 271:15018-15025.

14) Wada, K. 1982. Localization of purothionins and genome expression in wheat plants. *Plant Cell. Physiol.* 23:1357-1361.

15) Whittaker, P., J.E. Vanderveen, M.J. Dinovi, P.M. Kuznesof and V.C. Dunkel 1993. Toxicological profile, current use, and regulatory issues on EDTA compounds for assessing use of sodium iron EDTA for food fortification. *Regulatory Toxicol. Pharmacol.* 18:419-427.

## Summary

The minimal inhibitory concentration of  $\alpha$ -purothionin and the minimal bactericidal concentration (MBC) of disodium ethylenediaminetetraacetate ( $\text{Na}_2\text{EDTA}$ ) for *Salmonella typhimurium* were 30  $\mu\text{g/ml}$  and 20 mM, respectively. The MBC of  $\text{Na}_2\text{EDTA}$  was lowered to 1 mM by the mixed treatment with 2  $\mu\text{g/ml}$   $\alpha$ -purothionin. The synergistic bactericidal effect was also shown in *Salmonella enteritidis*, *Escherichia coli*, and *Vibrio parahaemolyticus*.  $\alpha$ -Purothionin was affinitive to the lipopolysaccharides of *E. coli* and *S. typhimurium* and *E. coli* lipid A.

## グラム陰性食中毒細菌に対する小麦 $\alpha$ -チオニンと キレート剤の相乗殺菌効果

老 田 茂\*

### 摘 要

サルモネラ菌 (*Salmonella typhimurium*) に対する小麦  $\alpha$ -チオニン ( $\alpha$ -purothionin) の最少阻害濃度とエチレンジアミン4酢酸2ナトリウム塩 ( $\text{Na}_2\text{EDTA}$ ) の最少殺菌濃度はそれぞれ  $30 \mu\text{g/ml}$  と  $20\text{mM}$  であった。  $2 \mu\text{g/ml}$  の小麦  $\alpha$ -チオニンと混合処理することにより、  $\text{Na}_2\text{EDTA}$  の最少殺菌濃度は  $1\text{mM}$  に低下した。 この相乗殺菌効果は他のサルモネラ菌 (*Salmonella enteritidis*) や大腸菌、腸炎ビブリオ菌に対しても認められた。 小麦  $\alpha$ -チオニンは、大腸菌やサルモネラ菌由来リポ多糖や大腸菌由来リピドAとの親和性が認められた。

# ハウレンソウの減化学肥料ビニルハウス栽培農家土壌の実態 — 京都府夜久野町の事例 —

堀 兼明・浦嶋泰文\*・塩見文武\*\*・太田雅也\*\*\*

Key words : hill-farming areas, vinyl house, spinach, continuous mono-cropping, soil characteristics, water soluble ions, groundwater level

## 目 次

I 緒 言	67	1 土壌管理の相違と欠株率との関係	76
II 材料および方法	68	2 土層要因の問題点	76
1 調査1：圃場管理の概況，土壌断面， 貫入抵抗，作土の理化学性調査	68	3 作土の理化学性の問題点	76
2 調査2：地下水位調査	68	4 作土の水溶性イオンの問題点	77
III 結 果	69	5 地下水位の問題点	79
1 調査1：圃場管理の概況，土壌断面， 貫入抵抗，作土の理化学性調査	69	6 土壌要因の問題点に対する対策	79
2 調査2：地下水位調査	73	V 摘 要	80
IV 考 察	76	謝 辞	80
		引用文献	80
		Summary	82

## I 緒 言

近畿・中国地域の中山間地域の野菜栽培においては、都市に近いという特徴を活かして多様な形態で生産が行われている。そして、近年の消費ニーズを反映して、有機栽培や減化学肥料栽培を志向する傾向が強まっている。有機認証制度の施行は、いうまでもなくこうした傾向の追い風となっている。しかし、家畜ふん堆肥に偏重した有機栽培土壌は必ずしも環境に優しいとは限らないことを、これまでに筆者ら<sup>3)</sup>は有機栽培農家圃場の土壌の実態に基づいて報告してきた。近畿中国四国農業研究センターは都市近接性中山間農業の持続的発展技術の開発を研究

目標の一つとしている。この一つの柱として、ハウレンソウの生産安定、高品質化、省力化等の技術開発を行い、周年生産技術体系の確立に関する研究を行ってきた。

調査対象地域である夜久野町は典型的な都市近接性中山間地域であり、町の重点野菜の一つとして、ビニルハウスによるハウレンソウの減化学肥料栽培がある。ハウレンソウの周年生産の安定化のためには、連作などに伴う生育障害の軽減技術の確立が重要である。そこで、現地圃場における生育障害発生状況およびそれに関与する土壌要因の抽出のための調査を行ったので報告する。

(平成13年12月2日受理)

野菜部

\* 現野菜茶業研究所

\*\* 元中国農業試験場

\*\*\* 現京都府農林水産部

本報告の一部は土壌肥料学会関西支部会（1996：松山）で報告した。また作土の化学性および土層の不良要因については夜久野町ハウレンソウ部会の総会で農家に報告した。

## II 材料および方法

### 1 調査1：圃場管理の概況，土壤断面，貫入抵抗，作土の理化学性

#### 1) 圃場管理の概況調査

京都府福知山農業改良普及センターの協力により，本地域のハウレンソウ栽培ビニルハウス農家圃場約50のうち17ヶ所の調査圃場を選定し，ビニルハウスの建設年次，暗きょ・客土・土壤消毒・輪作・深耕・冬期のビニル除去の有無，堆肥などの種類と施用量の聞き取り調査を行った。

#### 2) 土壤断面および貫入抵抗の調査

上記17圃場について，ビニルハウスの中央付近の畦を対象として，検土杖による土壤断面調査，ジピリジルによる下層土の還元状態の調査，貫入式土壤硬度計（大起理化DIK-5521）による、根が比較的自由に伸長できる土層深，すなわち圧密層または礫層が出現するまでの深さを調査した。調査時期は1995年9～10月に行った。併せて，ハウレンソウの生育状況として，欠株率を，生育最盛期から収穫期において，圃場全体を達観し欠株面積率で判断した。したがって，この中には発芽しなかったものと幼植

物期に病虫害で株が消失したものの両者が含まれている。生理障害や病害の有無については，生育している株のうち，面積率で概ね10%以上に達したものを被害ありと判定した。

#### 3) 作土の理化学性

上記の土壤断面調査時に作土を採取し，土壤の理化学性（土壤懸濁液のpHおよびEC，交換性塩基，無機態窒素，可給態リン酸，全炭素，全窒素，CEC，水溶性の陰イオンおよび陽イオン）を分析した。また，適正範囲は既報に準じ，4つの診断基準値<sup>2,7,8,11)</sup>を参考にした。

### 2 調査2：地下水位調査

夜久野町のハウレンソウ栽培ビニルハウス2圃場を対象とし，褐色低地土であるX圃場については圃場のうちの水田造成時の切土部位と盛土部位に，塩化ビニル製の地下水位測定用パイプ（1.5m）各1本を設置した。多湿黒ボク土圃場であるY圃場については2棟のビニルハウスの切土部位に各1本ずつ設置した。地下水位の調査は1998年6月～11月に農家に調査を依頼した。

第1表 調査圃場のビニルハウス建設年，暗渠・客土・土壤消毒  
ビニル外し・輪作の有無および有機物施用状況

農家	地域名	ビニルハウス				ビニル			有機物 量x回数	堆肥施用量 (t/10a/年)	
		建設年	暗渠	客土	土壤消毒	深耕	外し	輪作			
A	板生中	1986	なし	なし	ハースミト <sup>*</sup> 1994	なし	あり	なし	豚ふん堆肥，豆がら，スサキ	1.5tx2	3.0
B	中千原	1986	なし	なし	なし	耕耘機	なし	なし	豚ふん堆肥，豆がら	3.5tx3.5	12.3
C	今西中	1986	なし	なし	ハースミト <sup>*</sup> 1991	トラクター	なし	トラガ <sup>*</sup> 1994	豚ふん堆肥，麦わら，が <sup>*</sup>	3.5t	3.5
D	みなもと	1987	なし	なし	ハースミト <sup>*</sup> 1994	トラクター	あり	なし	豚ふん堆肥，切りわら	4tx2	8.0
E	山金	1988	なし	なし	ハースミト <sup>*</sup> 1992, 93	なし	あり	なし	鶏ふん，モミがら	3tx3	9.0
F	今西中	1988	なし	なし	ハースミト <sup>*</sup> 1992	なし	なし	なし	豚ふん堆肥，豆がら，わら	9t	9.0
G	板生中	1989	なし	あり1995	なし	トラクター	あり	なし	豚ふん堆肥，モミがら	3tx3.5	10.5
H	板生中	1989	なし	あり1995	ハースミト <sup>*</sup> 1992	トラクター	あり	なし	豚ふん堆肥	3tx3.5	10.5
I	平水	1989	なし	なし	ハースミト <sup>*</sup> 1993 及び太陽熱 <sup>*</sup> 1995	トラクター	なし	袷 <sup>*</sup> 苗1995	豚ふん堆肥，モミがら	不明	不明
J	日置	1989	なし	なし	ハースミト <sup>*</sup> 1993	トラクター	なし	なし	豚ふん堆肥	4.5t	4.5
K	上千原	1989	なし	なし	なし	なし	なし	春菊1990, 93	豚ふん堆肥，モミがら	7t	7.0
L	今西中	1989	なし	あり	石灰窒素1992	耕耘機	なし	なし	豚ふん堆肥，わら	6t	6.0
M	末	1990	なし	なし	ハースミト <sup>*</sup> 1992	耕耘機	なし	なし	豚ふん堆肥，モミがら	7t	7.0
N	下千原	1990	なし	あり1995	ハースミト <sup>*</sup> 1994	耕耘機	なし	なし	豚ふん堆肥	6t	6.0
O	畑	1990	なし	あり1990	なし	なし	あり	なし	豚ふん堆肥，豆がら，刈草	3.5tx2	7.0
P	畑	1990	なし	なし	なし	なし	あり	なし	豚ふん堆肥，刈草	4t	4.0
Q	副谷	不明	なし	マサ土	不明	不明	不明	2年前水田	豚ふん堆肥	不明	不明

\*太陽熱：太陽熱利用ビニルハウス密閉土壤消毒

### Ⅲ 結 果

#### 1 調査1：圃場管理の概況，土壌断面，貫入抵抗， 作土の理化学性調査

##### 1) 栽培，土壌管理の実態調査

調査対象圃場の土壌管理の概況を，第1表に示した。当地域は，中山間の水田に建設されたビニルハウスにおけるハウレンソウの周年栽培が行われており，産地としては10年程経過している。ビニルハウス建設以降の栽培年数は調査時点で5～9年であった。一部でトウガラシやシュンギク，ネギなどと輪作されていた。施用されている有機物は，同町内で生産されているおがくず入り豚ふん堆肥を主としており，中には豆ガラやササ，稲わら，麦わらなどを併用している圃場もあった。これらの堆肥の年間施用量は，3～12t/10aであった。化成肥料や有機質肥料を量は少ないが併用している圃場が多いとのことであった。ちなみに，同町農協の施肥基準は窒素

15kg/10aである。また冬期にハウスのビニルを除去している圃場もみられた。土壌消毒はバスマミドを以前に行っていた圃場が多いが最近は使用されていなかった。また，太陽熱利用土壌消毒や石灰窒素施用を行っている圃場もみられた。深耕は行われておらず，トラクターや耕耘機による耕耘のみであった。また客土を行っている圃場も見られた。暗きよの施工圃場はなかった。

水田時の土壌調査結果(京都府農総研，昭和50年)<sup>5)</sup>によると，当地域の土壌タイプは細粒黄色土，褐色低地土，灰色低地土，グライ土壌に分類されているが，今回の調査ではグライ土壌は認められなかった。

##### 2) 土壌断面調査および貫入抵抗調査

土壌断面および貫入抵抗調査の結果を第1図に示した。礫層は，ほとんどの圃場で60cm以内に認められず有効土層が深い。中には35cmの深さに礫層が出現する圃場があった。貫入抵抗測定により，

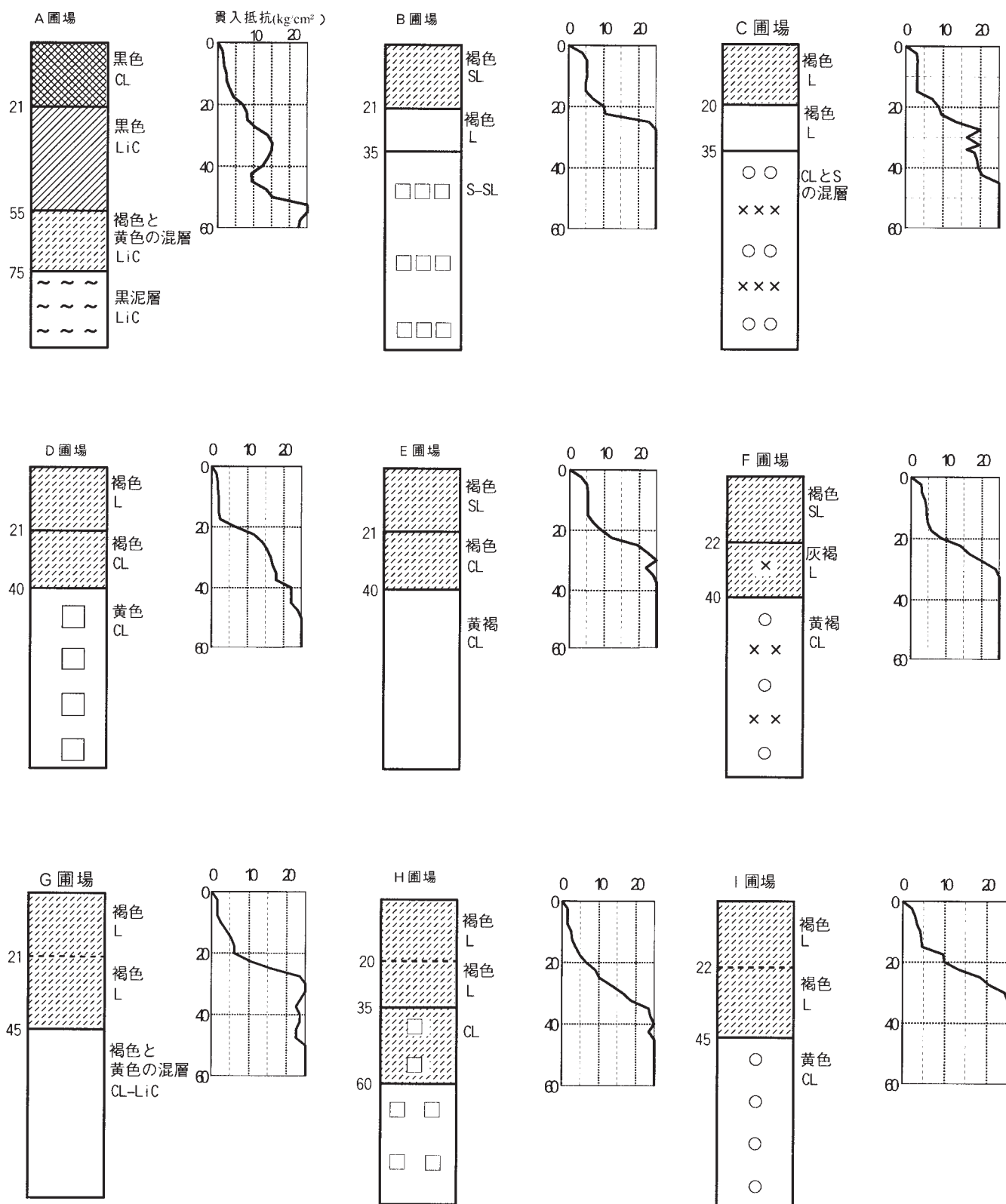
第2表 ホウレンソウの生育状況と圧密層の出現する深さおよびジピリジル反応の有無

農家	生理障害	欠株率		圧密層* (cm)	ジピリジル 反応
		(%)	病害**		
A	なし	40	立枯	57	全層なし
B	なし	40	立枯	25	全層なし
C	黄化葉多	20	立枯	34	全層なし
D	なし	30	なし	44	全層なし
E	なし	55	立枯・萎凋	27	全層なし
F	なし	15	立枯	29	全層なし
G	なし	30	立枯	28	全層なし
H	なし	20	立枯・萎凋	35	全層なし
I	なし	20	立枯	28	全層なし
J	なし	20	立枯	45	全層なし
K	なし	40	立枯	44	+(35cm以下)
L	なし	15	立枯	34	全層なし
M	なし	40	萎凋	27	全層なし
N	なし	20	立枯	28	全層なし
O	なし	15	立枯	21	全層なし
P	黄斑葉多	20	立枯・萎凋	31	全層なし
Q	なし	70	立枯・萎凋	30	全層なし

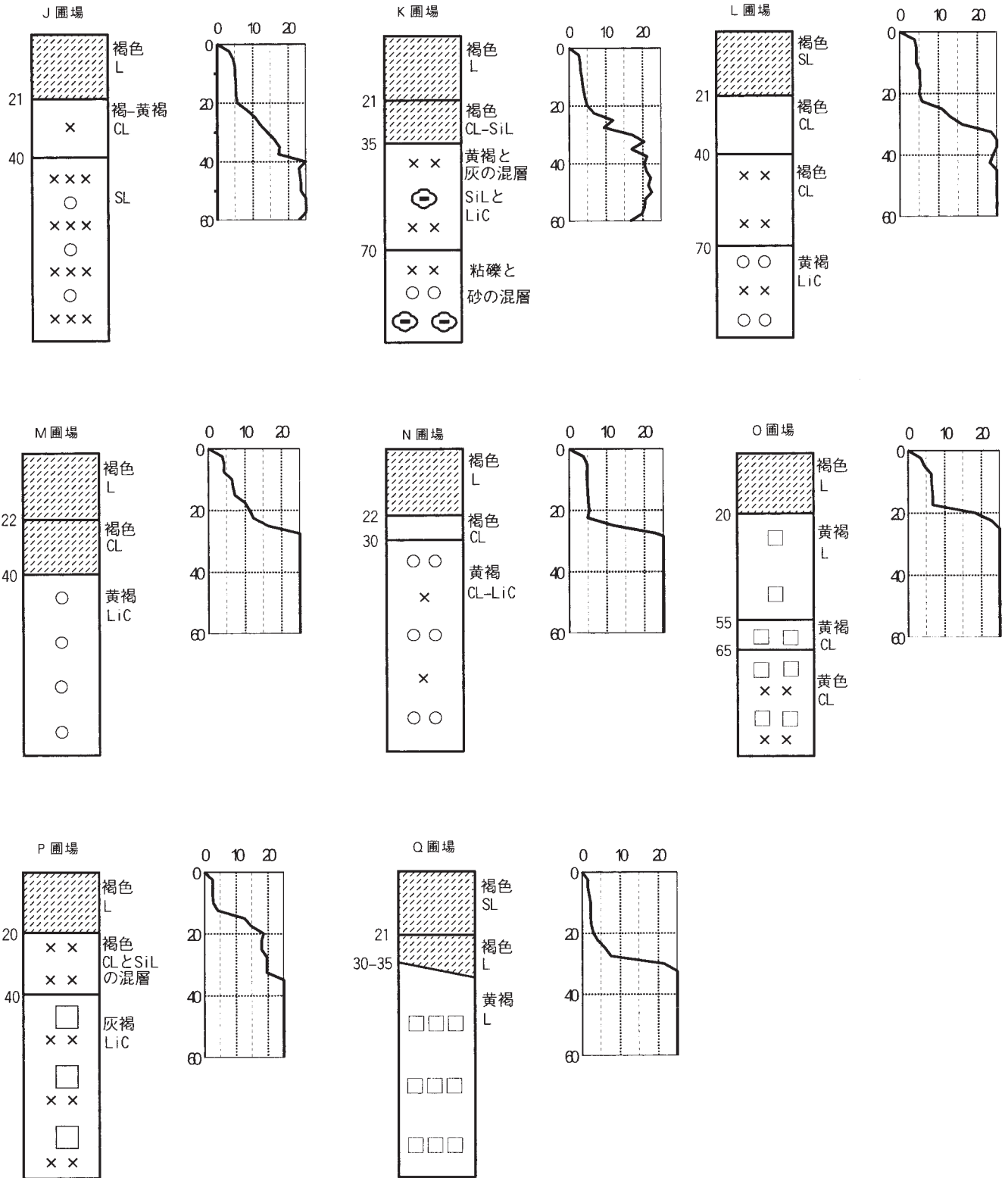
\*：圧密層または礫層で，貫入抵抗が25kg/cm<sup>2</sup>以上である土層の出現する深さ。

\*\*：立枯は，リゾクトニアまたはピシウムなどによる，発芽後の病害。萎凋はフザリウムによると思われる病害。





第1図-1 調査圃場の土壌断面および貫入抵抗



第1図-2 調査圃場の土壌断面および貫入抵抗

作物根の伸長阻害を生じる25kg/cm<sup>2</sup>以上の硬度の土層が、ほとんどの圃場で50cm以内に出現し、30cm以内に出現する圃場も半数以上を占め、圧密による下層土の物理性不良が認められた。そして、この圧密層の土性は粘質～強粘質の圃場が多かった。

また、ジピリジルによる2価鉄反応の調査結果を第2表に示したがジピリジル反応は、1圃場でのみ認められたがその程度は軽く、下層土の酸素不足の問題は小さいと判断された。

### 3) ホウレンソウの生育状況

ホウレンソウの生育状況を第2表に示した。ここで、立枯はリゾクトニアまたはピシウムなどによる、発芽後の病害であり、萎凋はフザリウムによると思われる病害である。生育最盛期から収穫期において不発芽や立枯れによる欠株率は15～70%であり、夏期の生育が不安定であることが確認された。また可視的な生理障害は2圃場でのみ認められ、養分問題による障害は少ないと判断された。一方、立枯れや萎凋症状はほとんどすべての圃場で認められた。

### 4) 作土の化学性

作土の化学性の分析結果を第3、4、5表に示した。pHは5.8～6.9の範囲にあり、ほぼ適正であった。ECは8圃場で適正範囲を超え、そのうち5圃場では1mS/cmを超えており塩類集積が認められた。全炭素含量は2.4～6.6%の範囲であり、炭素率は10.1～12.1の範囲であった。交換性塩基含量のうち適正範囲を超えている圃場は、カルシウムでは12圃場、マグネシウムでは15圃場、カリウムでは17圃場すべてであった。ナトリウムは7～30mg/100gが検出された。交換性マンガンは5圃場で欠乏領域にあった。他は適正範囲にあった。塩基バランスのうち、Ca/Mgはすべての圃場で適正であった。Mg/Kはすべての圃場で適正範囲より低かったが、この原因はカリウムの過剰によるものである。CECは17～37の範囲で概して高かったが、交換性塩基含量が多いため塩基飽和度の適正範囲である80%をすべての圃場で超えていた。水溶性塩基含量は、カリウムおよびマグネシウムが多く、特にカリウムは水溶性でも交換性カリウムの適正範囲を超えている圃場が多かった。交換性塩基に占める水溶性塩基の割合は、

第3表 作土のT-C, N, pH, EC, 交換性塩基含量, 塩基バランス

農家	pH (H <sub>2</sub> O)	EC (mS/cm)	T-C (%)	T-N (%)	C/N	交換性塩基(mg/100g)					塩基バランス	
						CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	MnO	Ca/Mg	Mg/K
A	6.28	0.37	4.5	0.37	12.1	372	109	148	7	0.10	2.45	1.73
B	5.96	1.45	5.3	0.48	10.9	427	151	230	19	0.47	2.04	1.53
C	6.76	0.76	2.7	0.27	10.1	241	61	167	10	0.64	2.84	0.85
D	6.65	0.54	4.4	0.41	10.7	490	102	211	6	0.14	3.44	1.14
E	6.23	1.06	5.9	0.53	10.3	370	155	300	24	0.34	1.71	1.21
F	6.89	0.56	2.4	0.23	10.2	340	60	76	8	0.18	4.05	1.84
G	6.77	0.77	4.3	0.39	11.0	289	136	268	21	0.72	1.52	1.19
H	6.71	0.81	6.6	0.60	11.0	457	188	354	30	0.12	1.75	1.24
I	6.11	1.39	4.6	0.46	10.1	506	187	285	20	0.24	1.95	1.53
J	6.71	0.70	3.5	0.32	10.7	372	98	174	17	0.16	2.73	1.32
K	6.58	0.49	6.1	0.53	11.5	534	169	239	26	0.21	2.27	1.66
L	6.60	0.67	3.3	0.28	11.7	228	83	210	21	0.80	1.98	0.92
M	6.44	1.35	6.5	0.61	10.7	399	254	398	22	0.22	1.13	1.49
N	5.85	0.74	5.3	0.51	10.4	334	158	318	23	0.25	1.52	1.16
O	6.84	1.44	4.4	0.41	10.7	261	126	331	18	0.31	1.49	0.89
P	6.26	0.94	6.1	0.52	11.7	635	115	336	9	0.35	3.96	0.80
Q	6.51	1.07	4.2	0.39	10.8	229	139	194	22	0.31	1.19	1.67
適正範囲	6-6.5	0.3-0.8				250-320	50-75	15-50		0.2-4	4以下	2以上

カルシウム、マグネシウムおよびカリウムでは30%程度以下であるが、ナトリウムでは55~80%と高かった。

有効態リン酸含量はすべての圃場で著しく適正範囲を超えていた。無機態窒素のうち、硝酸態窒素含量は12圃場で適正範囲を超えており、アンモニア態窒素はすべての圃場で適正範囲を超えていた。また、亜硝酸態窒素含量はすべての圃場で問題はなかった。水溶性陰イオンのうち塩素は、5圃場で適正範囲を超えて多く、硫酸根は1圃場で適正範囲を超えていた。

## 2 調査2：地下水位調査

地下水位調査地点の土壌断面を第2図に、また褐色低地土であるX圃場の地下水位の変動を第3図に、多湿黒ボク土であるY圃場の地下水位の変動を第4図に示した。褐色低地土圃場における地下水位の変動は、水田造成時の盛土・切土部位によって著しく異なり、盛土部位では夏季（6月~9月中旬）はほとんど70cm以下で低く推移し、秋期（9~10月）の台風による大雨時においても一時的な上昇に

留まった。一方、切土部位では、隣接する水田で水稲栽培が行われる夏季に30~40cmに上昇する期間が継続し、秋期も25~35cmで高く推移した。

こうした地下水位の変化を反映して、切土部位では作土下の15~25cmにおいて地下水の影響に伴う斑紋に富む層となっており、25~30cmに出現する円礫に富む層の上部にはさし水が認められた。更に、25~50cmの層にはグライ斑が認められ、50cm以下の粘礫層はグライ層となっていた。一方、盛土部位では95cmで湧水面が見られるものの、さし水やグライ斑、グライ層は見られなかった。

多湿黒ボク土圃場の切土部位における地下水位は調査した2棟のビニルハウス間に大差はなく、6~11月の大半が40cm以内で高く推移した。この2棟のビニルハウスの地下水位測定地点の土壌断面には大差はなく、50cmまたは60cm以下にグライ斑に富む層が出現し、80cm以下は黒泥層またはグライ層となっていた。また、さし水も両地点で認められた。

このように、地下水位上昇に対する対策が必要な圃場の存在が明らかとなった。

第4表 作土のCEC、塩基飽和度、水溶性陽イオンとその交換性イオンに占める割合

農家	CEC meq/100g	飽和度 %	水溶性の塩基(mg/100g)				交換性塩基に占める割合(%)			
			CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O
A	18.0	122	24.3	12.5	22.0	4.9	6.5	11.5	14.9	75.8
B	23.6	119	40.1	20.6	40.2	13.1	9.4	13.7	17.5	68.7
C	18.0	86	38.0	15.0	34.7	8.0	15.8	24.6	20.8	76.7
D	23.9	114	61.0	36.8	34.7	4.7	12.5	35.9	16.4	74.8
E	25.6	110	40.8	14.4	93.1	18.5	11.0	9.3	31.1	77.7
F	16.7	102	54.6	16.3	10.1	6.0	16.0	27.0	13.2	72.8
G	17.3	136	62.0	48.9	78.9	17.2	21.5	35.9	29.4	80.8
H	28.5	120	28.4	22.7	78.0	20.8	6.2	12.1	22.0	69.4
I	28.4	120	66.3	39.5	63.8	14.9	13.1	21.1	22.3	73.7
J	19.8	113	49.4	22.5	34.4	13.1	13.3	23.1	19.8	75.1
K	27.0	123	95.1	53.5	57.0	19.6	17.8	31.6	23.9	76.7
L	17.8	98	45.5	25.1	51.4	15.4	19.9	30.3	24.4	73.7
M	37.4	96	17.7	18.4	52.5	12.2	4.4	7.2	13.2	55.2
N	24.9	110	25.9	22.5	68.3	15.5	7.7	14.3	21.5	68.9
O	21.3	109	21.1	16.9	83.5	12.2	8.1	13.4	25.2	68.9
P	24.6	146	114.3	32.7	80.3	6.6	18.0	28.3	23.9	73.9
Q	17.2	116	49.0	45.3	51.2	17.5	21.4	32.7	26.4	78.0

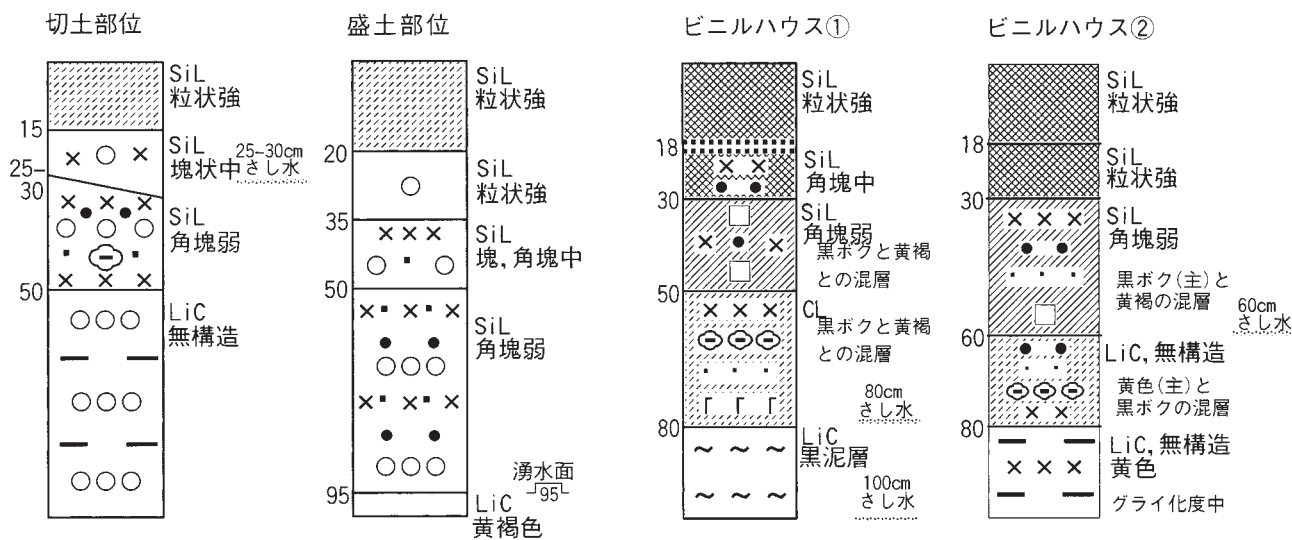
第5表 作土の可給態リン酸，無機態窒素，陰イオン

農家	Truog-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/100g)	無機態 N (mg/100g)			陰イオン (mg/kg)*	
		NO <sub>3</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N	無機N計	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
A	285	12.6	1.5	14.1	58	61
B	435	31.0	2.5	33.4	132	59
C	185	16.5	1.9	18.3	204	77
D	379	28.4	2.4	30.8	81	53
E	560	59.5	2.1	61.6	254	154
F	206	17.5	1.5	19.0	70	126
G	387	58.9	2.2	61.1	291	228
H	629	33.7	3.4	37.0	252	87
I	501	37.9	1.7	39.6	196	255
J	252	14.0	1.9	15.9	175	197
K	349	58.1	2.3	60.4	466	219
L	164	29.7	1.6	31.3	252	120
M	668	17.2	2.2	19.4	63	46
N	402	27.4	2.9	30.3	171	74
O	484	24.9	2.5	27.4	121	71
P	513	68.2	2.1	70.4	137	231
Q	344	45.3	1.9	47.3	238	172
適正範囲	40-80	10-20	1.25>		250>	250>

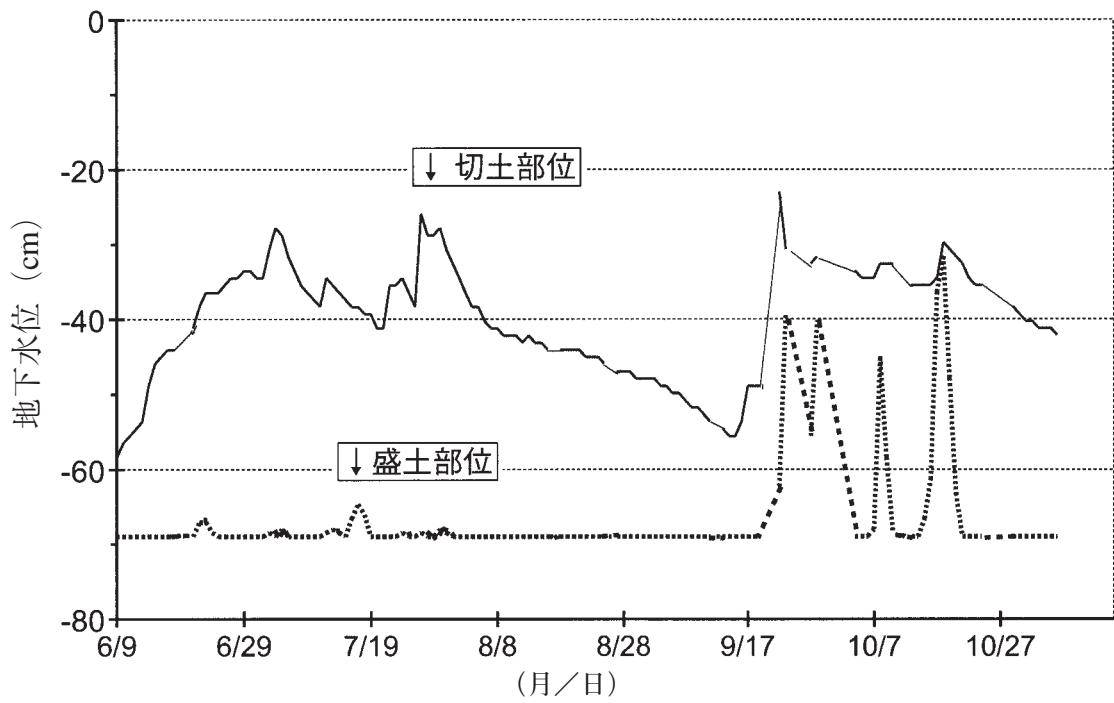
\*陰イオンのうち、NO<sub>2</sub>は検出限界 (0.08mg/kg) 未満であった。

褐色低地土圃場

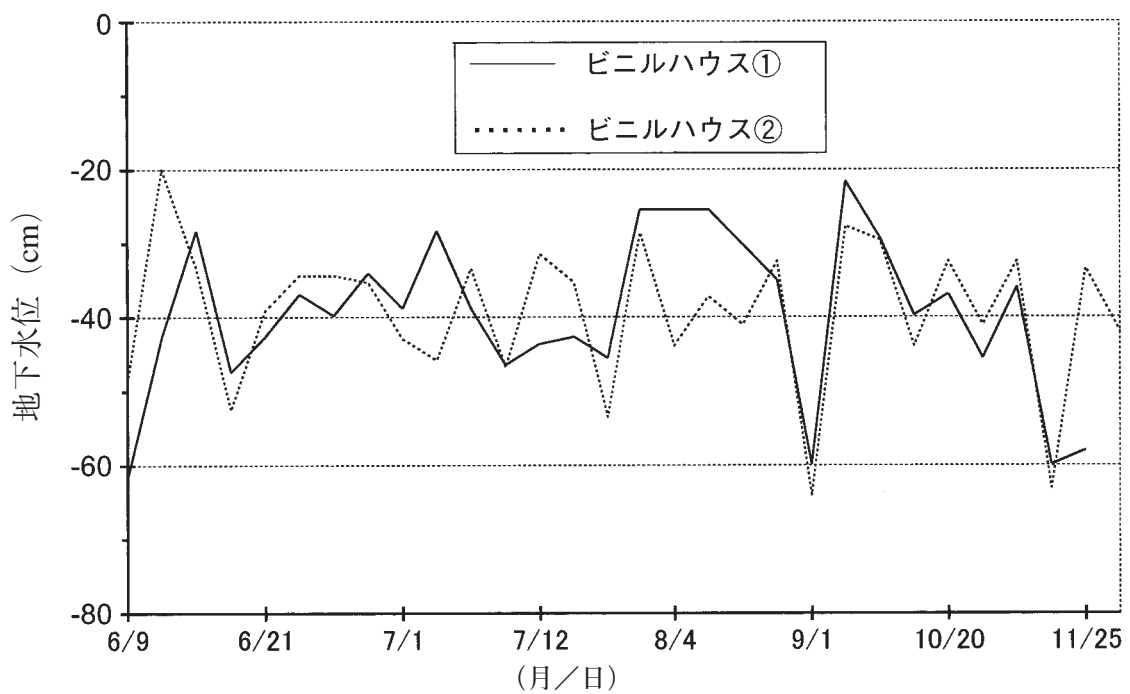
多湿黒ボク土圃場



第2図 地下水位調査点の土壤断面



第3図 褐色低地土圃場における地下水水位の変化



第4図 多湿黒ボク土圃場における地下水水位の変化

第6表 土壌管理の相違と欠株率との関係

要因	水準	平均	標準偏差	変動計数	最大値	最小値	n	t検定
礫・圧密層	30cm以内	29.4	14.5	49.4	55	15	8	10% NS
	30cm以下	25.6	9.8	38.2	40	15	8	25% NS
ハウス年数	7年以上	33.3	14.7	44.2	55	15	6	10% NS
	6年以下	24.0	9.4	39.0	40	15	10	25% 有意
客土	なし	30.9	12.8	41.4	55	15	11	10% 有意
	あり	20.0	6.1	30.6	30	15	5	25% 有意
土壌消毒	なし	29.0	11.4	39.3	40	15	5	10% NS
	あり	26.8	12.9	48.1	40	15	11	25% NS
ビニル外し	なし	25.6	11.0	43.1	40	15	9	10% NS
	あり	30.0	13.8	46.1	55	15	7	25% NS
輪作	なし	27.7	12.7	45.8	55	15	13	10% NS
	あり	26.7	11.5	43.3	40	20	3	25% NS
堆肥種類	堆肥のみ	35.0	18.0	51.5	70	20	9	10% NS
	その他*	24.4	10.8	44.5	40	15	8	25% 有意
堆肥量**	6t以下	23.0	9.7	42.4	40	15	5	10% NS
	7t以上	30.5	13.2	43.3	55	15	10	25% NS

\* その他：堆肥にわら類，雑草，カヤなどを混合したもの

\*\* 堆肥量：t/10a/年

#### IV 考 察

##### 1 土壌管理の相違と欠株率との関係

土壌管理の相違が欠株率に及ぼす影響を解析した結果を第6表に示した。この結果によれば、礫層または圧密層の出現する深さ、過去の土壌消毒の有無、ビニルの除去の有無および輪作導入の有無は危険率25%でも有意差が認められなかった。一方、ビニルハウス建設後の経過年数および堆肥の種類では危険率25%で有意差が認められた。すなわち、ビニルハウス建設後7年以上の圃場では6年以下の圃場よりも欠株率が高い傾向が認められた。また、施用堆肥の種類が豚ふん堆肥にわら類，雑草，カヤなどを混合した場合は豚ふん堆肥のみの場合よりも欠株率が低い傾向が認められた。堆肥の年間施用量は25%危険率でも有意差は認められなかったものの堆肥施用量が多いほど欠株率が高い傾向であった。また、客土を行っていない圃場では、客土をおこなっている圃場よりも危険率10%で、欠株率が高かった。

これらの解析結果は、欠株の原因に対応した詳細な今後の検討が必要ではあるが、ハウレンソウの夏季の生産不安定に対する対策技術の重要な項目であると考えられる。

##### 2 土層要因の問題点

土壌断面においては、礫層が出現するまでの有効土層は多くの圃場で深い、圧密層が浅い位置に認められる圃場が多かった。これはビニルハウス建設後に耕耘機またはトラクターのみの耕耘に頼っており、深耕が行われていないことによるものであろう。また、一部には礫層が浅い位置から出現し、有効土層が浅い圃場も認められた。これは水田造成時に既に有効土層が浅かったことによるものであろう。これらの土層の状況を反映して、貫入抵抗値が適正範囲を超えており、根が自由に伸長しにくい土層が、かなり浅くから出現する圃場が多かった。この圧密層の土性は粘質～強粘質の圃場が多いので、生産安定化のためには、計画的な下層土への粗大有機物施用と併せた深耕や客土が必要かつ有効な土層改良対策と考えられる。

##### 3 作土の理化学性の問題点

ハウレンソウの欠株率と、個々の可給態または交換性成分含量および塩基バランスとの相関関係を検討したところ、上記のように個々の養分含量や塩基バランスは適正範囲から外れるものの、欠株率との間には明確な相関関係は認められなかった (pH:

$r = -0.36$ , EC: 0.20, CaO:  $-0.08$ , MgO: 0.33,  $K_2O$ :  $-0.01$ , MnO:  $-0.11$ , Ca/Mg:  $-0.41$ , Mg/K: 0.46,  $P_2O_5$ : 0.20). 当地域では、農業改良普及センターにより作土の化学性が年間1~2回調査されており、その結果に基づく施肥改善対策が農家に報告されているとのことであった。しかし多くの肥料成分が過剰領域にあり、塩基バランスも適正範囲から外れている圃場が多かった。これらの過剰な値は直ちにハウレンソウに可視的障害を生ずるものとは考えられないし、本調査結果では欠株率と直接に相関関係を示す成分も見あたらなかったが、好ましい、言い換えれば健全な状態ではないと思われる。

以上のような成分の蓄積は土壤管理概況から見ると、主に有機物の多量施用によるものではないかと推察される。上沢<sup>10)</sup>の全国の有機物施用と収量に関するまとめによれば、年間5t以上ではかえって収量が低下するとしている。本ハウレンソウの産地は、一斉収穫ではなく間引き収穫であるので、生育遅延障害が生じていたとしても、可視的な生理障害が生じていなければその障害は認識されにくいこととなる。本地域では、上記の様に肥料成分の過剰状態にあることから、欠株とならないまでも生育遅延障害が生じている可能性は否定できない。ただし、本調査においてはこの点を解明するための試験を実施していないので可能性の指摘に留めたい。

#### 4 作土の水溶性イオンの問題点

ECが高い圃場がかなり多く見られたことから、ECと水溶性陰イオンおよび陽イオンとの関係を検討し、結果を第5図に示した。測定した陰イオンの合計と陽イオンの合計との間には当量関係が認められなかった。筆者らは既報<sup>3)</sup>で有機栽培土壌において当量関係が認められない場合があることを報告したが、本調査ではその程度が著しく、陰イオン合計値は陽イオン合計値の1/3程度に留まった。pHがほぼ中性であることから、この陰イオンの不足分としては炭酸イオンや重炭酸イオンおよび有機酸の寄与が推察される。ただし、本調査においてはこれらの成分の分析を行っていないので今後の課題としたい。

陰イオンのうちでは、塩素イオン含量が最も多く次いで硝酸イオン、硫酸イオンの順であり、リン酸

イオン含量は少なかった。化学肥料主体の施肥では陰イオンのうち、硝酸イオンが最も多いとされている<sup>4)</sup>。また既報<sup>3)</sup>では肥料成分の大半を牛ふん堆肥に依存している有機栽培農家圃場について検討したが、それらの圃場では陰イオンのうち硫酸イオンが最も多かった。本調査対象圃場において塩素含量が多かったことの要因は豚の尿由来と推定される。ECと各々の陰イオンとの間には高い相関関係が認められた。ECと硝酸イオンとの間には、硫酸イオンが多い場合などに相関関係が認められない場合<sup>9)</sup>があるが、本調査ではECと硝酸イオンとの間に高い相関関係が認められた。このことは、今後当地域内で土壤診断を行う場合、野菜の生育に最も大きな影響を及ぼす硝酸含量をECで推定できる可能性を示している。

また、陽イオンのうちではカルシウム、マグネシウムが多く、次いでカリウム、ナトリウムの順であった。これらのイオンは概ねECとの間に相関関係が認められた。

水溶性陰イオンとハウレンソウの欠株率との関係を第6図に示した。欠株率と硝酸イオン、硫酸イオン、塩素イオンのいずれも、全圃場で見ると相関関係は認められなかった。しかし、施用している有機物の種類別に分けると、傾向に違いが認められた。すなわち、施用されている有機物が堆肥類のみの場合は、上記3種類の陰イオンが一定含量以上になると、欠株率の高い圃場が認められた。一方、有機物が堆肥とわら類との併用の場合は概して欠株率が低く、またこれらの陰イオン含量が多くても欠株率は高くなかった。また、同様な解析を陽イオンについても行ったが、陽イオンについてはこのような傾向は認められなかった。

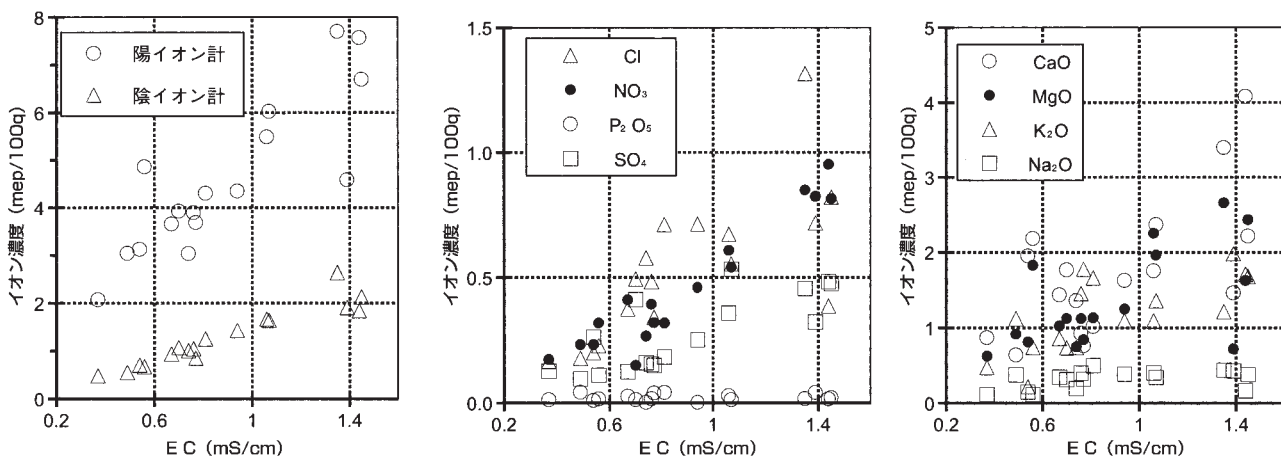
水溶性陰イオンおよび陽イオン含量について、土壤管理の違い別に2元表を作成しt検定を行った結果を第7表に示した。陰イオンのうち、塩素イオンは輪作を行っている圃場で有意に少なく、有機物の種類では堆肥とわら類を併用している圃場で少ない傾向であった。硝酸イオンは土壤管理の違いによる傾向の違いが認められなかった。硫酸イオンは輪作を行っている圃場で少ない傾向であった。陽イオンのうち、カルシウムは客土を行っている圃場で少ない傾向であった。マグネシウムは輪作を行っている



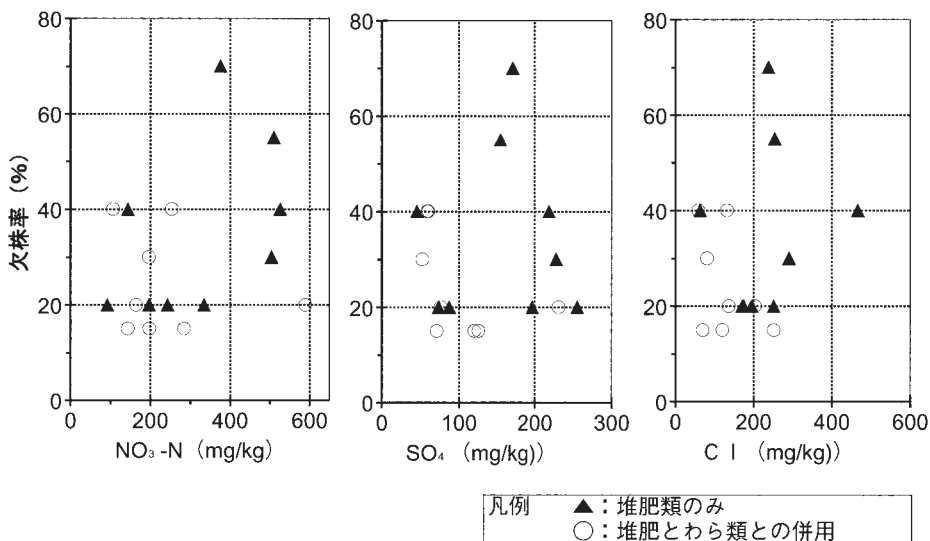
圃場，有機物の種類で堆肥とわら類を併用している圃場で有意に少なかった。カリウムは客土を行っている圃場，ビニル除去を行っている圃場で多い傾向であり，堆肥とわら類を併用している圃場で少ない傾向であった。ナトリウムは客土を行っている圃場で有意に多く，堆肥とわら類を併用している圃場で有意に少なかった。このように，堆肥とわら類を併用している圃場では，いくつかの水溶性イオン含量が少ないことが明らかとなった。

赤司<sup>1)</sup>は，ハウレンソウの立枯れ症状の原因病原菌の一つであるアファノマイセスの遊走子の動態を解析し，土壤中の硝酸含量が多い場合に発病

しやすいとしている。本調査では欠株を直接的に発生させる病原菌の特定はできていないが，上記の結果は陰イオンが欠株の発生に間接的に関与していることを示唆するとともに，水溶性イオンの挙動にわら類などの高C/N有機物の存在が関与していることが推察される。家畜ふん堆肥にわら類を併用することは，タンパク質型有機物である家畜ふん堆肥と，セルロース型有機物であるわら類との両者を施用することになるので，多様な有機物により土壤微生物フロアの多様化とそれによる微生物的緩衝力の増強を期待する立場からも望ましいことと考えられる。



第5図 ECと水溶性イオンとの関係



第6図 土壌のNO<sub>3</sub>-N, SO<sub>4</sub>, Cl含量とハウレンソウの欠株率との関係

第7表 土壌管理の相違と土壌の水溶性イオン含量との関係—水準別のイオン含量の平均値とt検定結果—

要因	水準	Cl (mg/kg)	NO <sub>3</sub> (mg/kg)	SO <sub>4</sub> (mg/kg)	CaO (mg/100g)	MgO (mg/100g)	K <sub>2</sub> O (mg/100g)	Na <sub>2</sub> O (mg/100g)
客土の有無	あり	221	300	125	39	30	69	16
	なし	167	278	134	55	26	48	11
		NS	NS	NS	25%有意	NS	10%有意	5%有意
ビニル外しの有無	あり	170	329	126	50	26	67	12
	なし	192	243	130	48	26	46	13
		NS	NS	NS	NS	NS	10%有意	NS
輪作の有無	あり	158	266	116	45	24	56	12
	なし	276	350	181	62	38	52	15
		5%有意	NS	10%有意	NS	5%有意	NS	NS
堆肥の種類	わら類との併用	139	249	106	48	20	46	9
	堆肥類のみ	219	312	148	51	32	61	15
		25%有意	NS	NS	NS	5%有意	25%有意	5%有意

## 5 地下水水位の問題点

地下水水位は、野口<sup>6)</sup>のまとめによれば、水田転換作物の安定生産のためには多くの作物で地下水水位が30～60cm以下であることが望ましいとしている。本調査によると、調査1のようにビニルハウスの中央部分ではわずかに1圃場でグライ斑が認められるのみであったが、調査2のように細かく水田造成時の切土、盛土部位を区別してみると、切土部位ではグライ層または黒泥層が60cm以内に認められる場合があることが明らかとなった。そして、このような場合、隣接水田の水稲作付け期や秋期に地下水水位が40cm以内に高く推移することが判明した。こうした現象は平坦な平野部では起こりにくいですが、傾斜地に造成された水田に建設されたビニルハウス栽培では少なくないことが推察される。このことは中山間地域の特徴とも言えるであろう。この問題に対する対策としては、基本的にはビニルハウス建設前に、土層状態の調査を行い、上記のような還元層が切土部の浅い位置から出現する場合には水田の水口部を中心とした明きよが、また圃場全面に還元層が出現する場合は暗きよも必要であろう。さらに、ビニルハウスを2棟以上並べて建設する場合は、その間隔を充分にあげ、明きよを設置し、明きよ部分から掘り出された土壌はビニルハウスに搬入して明きよの底面とビニルハウスの作土表面との落差が十分に確保できればさらに望ましい。

## 6 土壌要因の問題点に対する対策

以上より、当地域における生産不安定土壌要因と

しては、下層土の圧密による物理性不良および肥料成分の蓄積による化学性の不良が主要なものと考えられたが、ハウレンソウ生育の中・後期には可視的な生理障害はほとんど認められないことから、これらの不良土壌要因が生育初期における立枯症状発生の助長に間接的に関与していることが推察された。これらに対する土壌管理対策としては、客土、太陽熱利用土壌消毒、冬期のビニル除去、輪作など様々な対策が行われているが、今後これらの対策に加えて土壌分析診断に基づく有機物の適正施用とクリーニング作物の導入や植物質の有機物の投入等が望まれるとともに、中長期的な土壌管理対策のマニュアル化が必要であろう。

本報告は、既報<sup>3)</sup>と並んで、中山間における野菜栽培地域のケーススタディーである。これらの報告の結果は、いずれもこれまでの土壌診断項目に加えて、地力窒素の評価に基づく土壌・施肥管理が重要であることを示唆している。また本報告では、肥料成分の主要な部分を家畜ふんに依存する減化学肥料栽培において、多くの圃場で随伴成分としての水溶性陰イオンが蓄積していることが明らかとなった。中山間野菜栽培の、特に有機栽培や有機物に主に依存した減化学肥料栽培の安定的な発展のためには、家畜ふん堆肥に偏重することは好ましくないことが本調査の結果から推察されるが、同時に、これらの成分を含めたきめ細やかな診断・指導体制の確立を願う次第である。加えて、今後の課題として、無機態・可給態窒素とハウレンソウの必要窒素量、および環境保全的な視点からの養分収支と窒素を主とし

た成分の収支バランスを検討し、減化学肥料栽培の環境影響評価も行う必要があると考えられる。

## V 摘 要

中山間地域において、ハウレンソウの減化学肥料栽培を行っている、現地ビニルハウス圃場における生育障害発生状況および生産不安定に結びつく恐れのある土壌要因の問題点の摘出のための調査を行った。

1) 夏季におけるハウレンソウの欠株率は15~70%であり、生育不安定状況が確認された。また生理障害は2圃場でのみ認められた。立枯症状はすべての圃場で認められた。しかし、ハウレンソウの欠株率と、土壌の特定の可給態成分、交換性成分含量や物理性の不良要因との間には、明確な相関関係は認められなかった。

2) 礫層は、ほとんどの圃場で60cm以内に認められなかったが、中には35cmの深さに礫層が出現する圃場があった。また、貫入抵抗値が25kg/cm<sup>2</sup>以上の硬度の土層が、ほとんどの圃場で50cm以内出現し、30cm以内の圃場も半数以上を占め、圧密による下層土の物理性不良が認められた。

3) ジピリジルによる2価鉄反応は、ビニルハウスの中央部では、1圃場でのみ認められたがその程度は軽かった。しかし水田造成時の切土部位ではグライ層が出現する場合が認められた。

4) 作土の化学性は、有効態リン酸、交換性カリウム含量がすべての圃場で適正範囲を越えており、マグネシウムも適正範囲を越えている圃場が多かった。

5) 施用有機物が堆肥類のみの場合は、作土の水溶性陰イオン含量が一定値以上になると欠株率の高い圃場が認められた。一方、堆肥類とわら類などを併用している圃場では欠株率が低い傾向であった。

6) 地下水位の変動は、水田造成時の盛土・切土部位によって著しく異なり、盛土部位では夏季はほとんど70cm以下で低く推移し、秋期の大雨時においても一時的な上昇に留まった。一方、切土部位では、夏季に30~40cmに上昇する期間が継続し、秋期は25~35cmで高く推移した。また、多湿黒ボク土圃場では6~11月の大半が40cm以内で高く推移した。

7) 以上より、当地域における生産不安定に結びつく恐れのある土壌要因として、下層土の圧密による物理性不良、ビニルハウス内の部分的な高地下水水位および肥料成分および随伴成分の蓄積による化学性の不良が摘出された。しかし、ハウレンソウの生育の最盛期から収穫期には可視的な生理障害はほとんど認められないことから、これらの不良土壌要因が発芽および生育初期における立枯症状発生の助長に間接的に関与しているものと推察された。

## 謝 辞

本研究の遂行に当たっては、福知山農業改良普及センターの大槻辰夫課長(当時)、調査対象農家の皆様には協力と配慮をいただいた。京都府農総研環境部の皆様には土壌図を参考にさせていただいた。地下水位の調査に当たっては、調査農家足立智弘氏および進藤武二氏に大きな協力をいただいた。また地下水位調査用のパイプの設置にあたっては当部の西岡和哉氏に協力をいただいた。青木真理氏には土壌分析の協力をいただいた。池田順一氏には英文の校閲をしていただいた。ここに明記して深謝致します。

## 引用文献

- 1) 赤司和隆 1991. ハウレンソウ根腐病の発生機構と生態的防除法に関する土壌肥料学的研究. 北海道立農試研報. 74:1-100.
- 2) 安西徹郎 1996. 土壌の化学性の診断方法と基準, 土壌診断の方法と活用, 農文協, 東京. 87-112.
- 3) 堀 兼明・福永亜矢子・浦嶋泰文・須賀有子・池田順一 2002. 有機栽培農家圃場の土壌の実態. 近中四農研報. 1:77-94.
- 4) 亀和田國彦 1991. 土壌溶液イオン組成からのECの推定とアニオン種の違いがECおよび浸透圧に及ぼす影響. 日土肥誌. 62: 634-640.
- 5) 京都府農業総合研究所 1975. 水田および畑地土壌生産性分級図, 土壌図. 京都府夜久野地域.
- 6) 野口正樹 1998. 転換畑への作物導入に当たっての留意事項. 水田利用高度化のための技術指針 - 近畿中国地域. 中国農業試験場編. 234-

237.

- 7) 農林水産省肥料機械課監修 2001. 地力増進法, ポケット肥料要覧, 農林統計協会. 東京358-368.
- 8) 静岡県農業水産部編 1976. 農耕地土壌の改善基準と土壌改良法, 農作物施肥基準 (五訂版) 229-239.
- 9) 宗林正・西田一平・平岡美紀・木村桐・瀬崎滋雄 1993. 奈良県における硫酸カルシウム集積土壌の分布とその特性, 奈良農試研報24:55-61.
- 10) 上沢正志 1991. 化学肥料・有機物の連用が土壌・作物収量に与える影響の全国的解析. 農業技術. 46:393-397.
- 11) 渡辺和彦 1986. ガス障害の診断: 120-121., 窒素:197-202., 塩素・硫酸根:218-220. 原色生理障害の診断法. 農文協. 東京.

# Soil Characteristics in the Field of Continuous Mono-cropping of Spinach in Vinyl House with Low Input of Chemical Fertilizer

Kaneaki HORI, Yasufumi URASHIMA\*, Humitake SHIOMI\*\*, Masaya OHTA\*\*\*

## Summary

Soil pedologic and chemical characteristics, gravelly and gley layers, nutrient contents, and a groundwater level were investigated on the field of continuous mono-cropping of spinach under the low input of chemical fertilizer. The number of vinyl house fields studied were seventeen.

- 1) The 15-70% area of the field showed poor plant stands at a summer season, although physiological injury was observed only in two fields. There were no significant relationship between the area of poor plant stands and soil available nutrient contents or physical characteristics.
- 2) Gravelly layers were not observed within 60cm-depth in most of the fields, but observed between 35 and 60cm-depth in the other fields. Compacted layers were observed within 50cm-depth in most of the fields.
- 3) Gley layers were observed in a cutting position of the field, while not in a filling position. Ferrous ion reaction was detected only in one field.
- 4) Soil available phosphate and exchangeable potassium contents exceeded the adequate ranges on the all fields. Also, an available magnesium content was higher than the adequate range on most of the fields.
- 5) In these fields, where only cattle manure was applied as organic material, the area of poor plant stand was increased accompanying with the content of water soluble anions. In the fields applied both cattle manure and plant residue, the area of poor plant stand was in low level.
- 6) A high groundwater level was observed in the cutting position of the field, while low level were observed in the filling position, at a rice irrigation season for neighbor paddy fields and autumn rainfall season.

---

Department of Vegetable Science

\* National Institute of Vegetable and Tea Science. Department of Leaf and Root Vegetables

\*\* Present address:1076 Izaki Fukuchiyama Kyoto

\*\*\* Kyoto Prefecture public government office

# 飼料用水稻新品種「ホシアオバ」の育成

前田英郎・春原嘉弘・飯田修一・松下 景・根本 博\*・石井卓朗\*\*・吉田泰二\*\*\*・中川宣興\*\*\*\*\*  
坂井 真\*\*\*\*・星野孝文\*\*\*\*\*・岡本正弘\*\*\*\*\*・篠田治躬\*\*\*\*\*

Key Words : rice, cultivar, Hoshiaoba, high yield, whole crop, silage

## 目 次

I 緒 言	83	6 品質・食味	93
II 育種目標及び育成経過	84	IV 栽培適地及び栽培上の留意点	94
1 育種目標	84	1 栽培適地	94
2 育成経過	86	2 栽培上の留意点	94
III 特 性	86	V 命名の由来及び育成従事者	95
1 一般特性	86	1 命名の由来	95
2 収量性	87	2 育成従事者	95
3 直播適性	87	VI 摘 要	95
4 病害その他抵抗性	89	引用文献	95
5 飼料品質その他特性	89	Summary	97

## I 緒 言

近年、我が国における食料自給率は供給熱量ベースで約40%まで低下しており、主要先進国中で最も低い水準にある。特に家畜飼料の自給率は約25%にすぎず、また本来自給的飼料とされる乾草や稲わら等の粗飼料までも輸入に頼る状態となっている。このことは飼料自給率の大幅な低下を招くと同時に、輸入された飼料が大量の畜産廃棄物となって国内に蓄積される問題、さらには輸入飼料や敷料を感染源とする家畜感染症の危険増加など、いくつもの深刻な問題の原因となっている。一方、主食である米の生産は1960年代以降消費量を大きく上回る状態が続くなか生産調整面積は約100万haに及んでおり、湿

害等の問題から何も作付けされない遊休地・耕作放棄田も増加する傾向にある。これらの生産調整面積の中で飼料生産に利用されているのは約12万haに過ぎず、転作水田を活用して飼料生産を拡大し、飼料の国内自給率を向上させることが必要であると考えられる。しかし、湿潤条件に弱い牧草やトウモロコシ等の飼料作物は排水条件の良い転換圃場以外では栽培は難しく、作付けの拡大は困難である。湿潤条件に適した飼料作物としてはヒエ等も考えられるが、栄養価や収量面からみてイネを飼料に利用することが最も適していると考えられる<sup>4), 5), 6)</sup>。

転作が開始された1970年代当初から水稻を飼料として利用する試みは青刈り水稻や、子実利用、ホールクロップサイレージ(WCS)など様々な形で試

(平成14年12月2日受理)

作物開発部

\* 現作物研究所

\*\* 現農業生物資源研究所

\*\*\* 現東北農業研究センター

\*\*\*\* 現青森県農業試験場藤坂支場

\*\*\*\*\* 現佐竹製作所

\*\*\*\*\* 現九州沖縄農業研究センター

\*\*\*\*\* 元中国農業試験場

みられてきた。しかし、これらの試みの大部分は主食用の水稲品種と栽培法で行われたため、収量性やコスト面の問題からその利用は限られた<sup>5) 6)</sup>。飼料用水稲品種として収量性の改善は最も重要な課題であり、1981年に始まった「超多収作物の開発と栽培技術の確立」プロジェクトの中で育成された「ホシユタカ」<sup>8)</sup>は地上部乾物重が大きいことからWCSとしての利用が試みられた。また、埼玉県で育成された「くさなみ」「はまさり」<sup>3)</sup>は茎葉収量を高めたサイレージ専用品種として品種登録されており、各地で利用が試みられている。

2000年に策定された「食料・農業・農村基本計画」の中では国内農業生産の増大、特に食料自給率の向上を図る上で自給飼料の生産拡大が重要な課題となっており、稲発酵粗飼料用水稲は飼料作物として水田農業振興と自給飼料基盤の拡大に有効な作物と位置づけられた。これにともなってイネWCS生産に関する新たなプロジェクト研究が開始され、草地・畜産部門、機械、栽培、土壌部門等が連携をはかりながらイネWCSの品質評価、作業技術体系の確立や資源循環についての研究を進めており、育種部門はWCS専用品種の開発を加速している。

「ホシアオバ」はこのプロジェクト研究を中心とした試験研究の結果、収量性、飼料品質、嗜好性、直播適性の面でWCS用としての要求に応える品種であることが認められたことから、2001年度に農林

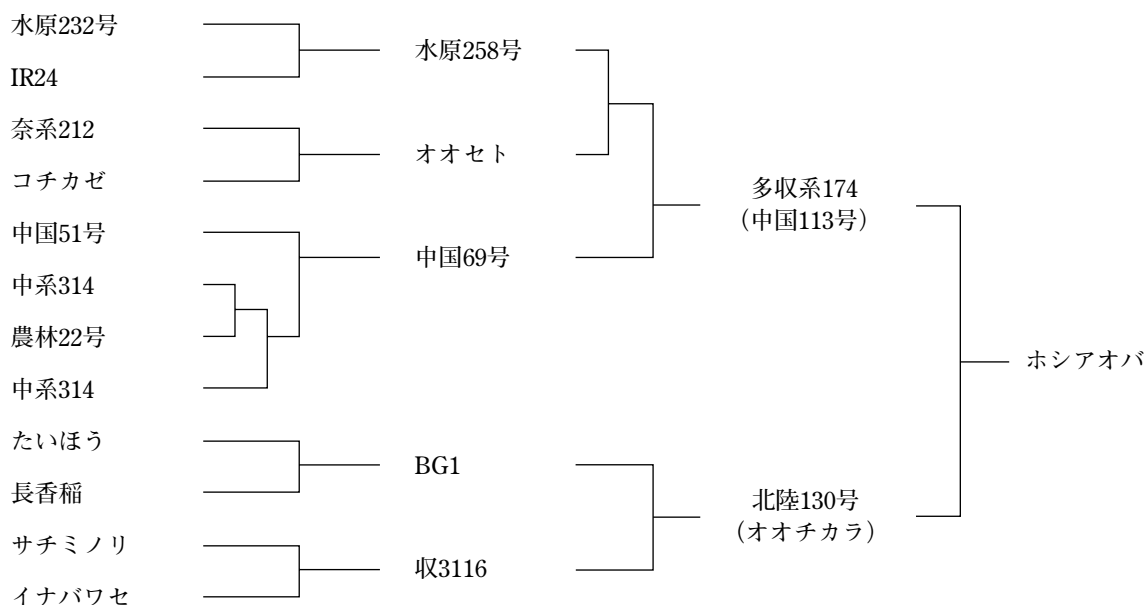
水産省の登録品種「水稲農林379号」として登録された。WCS用稲全体の作付けは2001年度実績では約2300ha、2002年度には約3300haへの増加が見込まれており、「ホシアオバ」は今後の作付け拡大に大きく貢献することが期待される。

本品種の育成に当たっては系統適応性検定試験、奨励品種決定調査やイネWCSの栽培・給与試験にご協力頂いた各府県農業試験場、世代促進栽培を実施した熱帯農業研究センター沖縄支所（現国際農林水産業研究センター沖縄支所）、飼料成分の評価及びWCS給飼試験を実施して頂いた埼玉県畜産センター（現埼玉県農林総合研究センター畜産支所）、草地試験場（現畜産草地研究所）の関係各位に心から感謝の意を表す。また、圃場試験の支援業務に尽力された近畿中国四国農業研究センター業務第1科の各位に厚くお礼申し上げる。

## II 育種目標及び育成経過

### 1 育種目標

「ホシアオバ」は一般食用品種の収量性を大幅に上回る極多収品種の育成を目的として「多収系174」（後の「中国113号」）を母、「北陸130号」（後の「オオチカラ」<sup>2)</sup>）を父とする交配後代から育成された品種である（第1図）。「多収系174」は中国農業試験場（現近畿中国四国農業研究センター）で育成さ



第1図 「ホシアオバ」の系譜

れた晩生の極多収長稈穂重型系統である。北陸130号は温暖地では早生熟期に属する極大粒の超多収系

統であり、これと多収系174の交雑により中生の極大粒極多収系統の育成を目的とした。

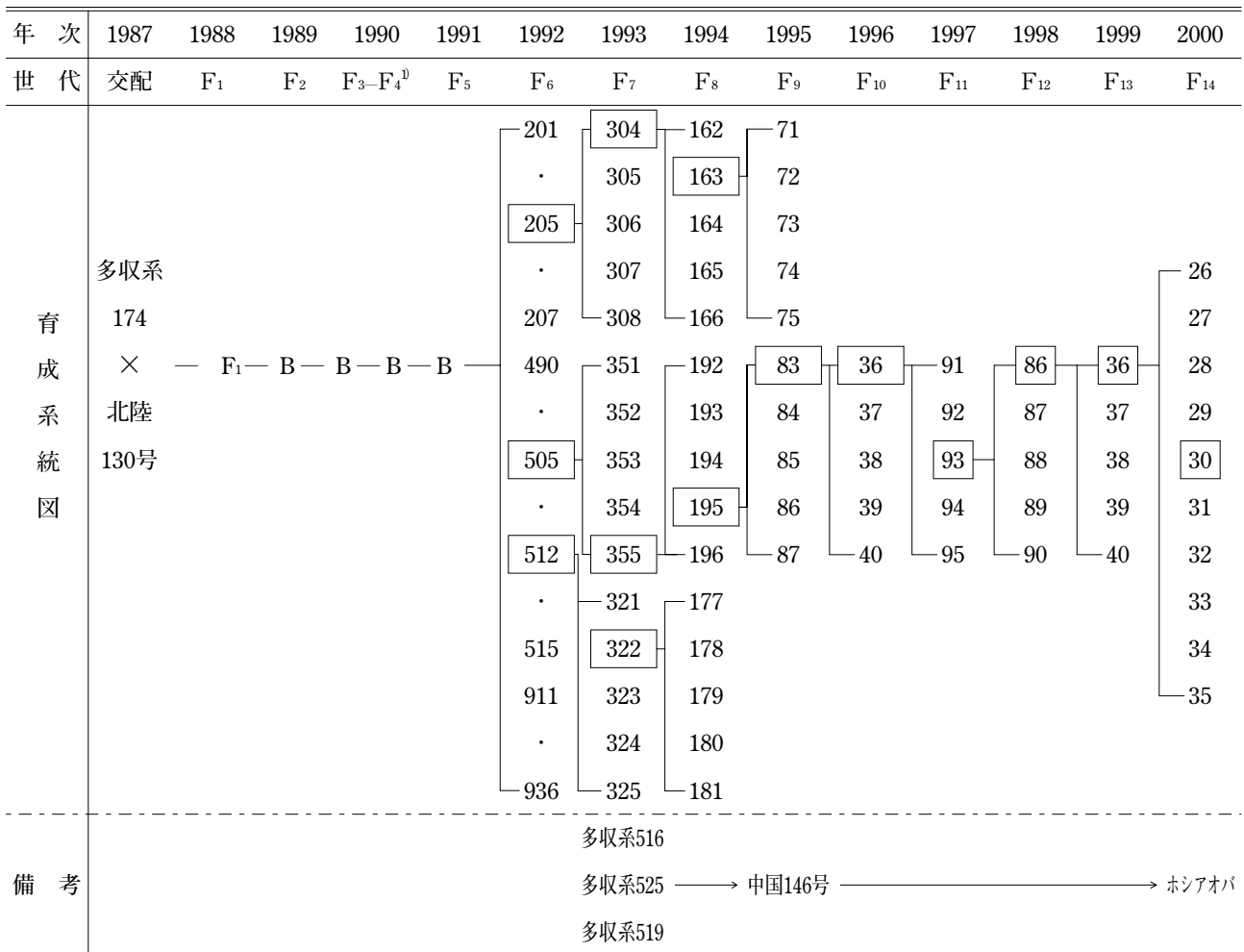
第1表 「ホシアオバ」の選抜経過および育成系統図

(1) 選抜経過

年次	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
世代	交配	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>3</sub> -F <sub>4</sub> <sup>1)</sup>	F <sub>5</sub>	F <sub>6</sub>	F <sub>7</sub>	F <sub>8</sub>	F <sub>9</sub>	F <sub>10</sub>	F <sub>11</sub>	F <sub>12</sub>	F <sub>13</sub>	F <sub>14</sub>
栽植	系統群数					3	3	2	1	1	1	1	1	1
	系統数					59	15	15	10	5	5	5	5	10
	個体数	17粒	5	3000	3000	3000	*16 <sup>2)</sup>	*32	*32	*32	*32	*32	*32	*32
選抜	系統群数						3	2	1	1	1	1	1	1
	系統数						3	3	2	1	1	1	1	1
	個体数					59	15	15	10	5	5	5	10	10

注1) 熱帯農業研究センター沖縄支所にて世代促進。  
 2) \*は1系統あたりの個体数。

(2) 育成系統図



注1) 熱帯農業研究センター沖縄支所にて世代促進。  
 2) Bは雑種集団、□は選抜系統を示す。



## 2 育成経過

選抜経過を第1表に示した。1987年中国農業試験場において上述の組合せの人工交配を行い、17粒の交配種子を得た。1988年にF<sub>1</sub>世代、1989年にF<sub>2</sub>世代を普通期移植栽培で養成し、1990年には熱帯農業研究センター沖縄支所にて世代促進栽培によりF<sub>3</sub>世代及びF<sub>4</sub>世代の集団養成を行った。1991年にF<sub>5</sub>集団を普通期移植栽培により個体選抜、1992年のF<sub>6</sub>世代以降は系統選抜により固定を行ってきた。1993年(F<sub>7</sub>)以降は系統番号「多収系525」を付して生産力検定試験・特性検定試験に供試し、1995年(F<sub>9</sub>)に系統名「中国146号」を付して関係府県に配付し、地域適応性を検定してきた。その結果、多収性、飼料適性、嗜好性等の面でWCS品種として優れた適性を持つことが認められ、2002年度に「水稲農林379号」として登録、「ホシアオバ」と命名された。なお、本品種は2000年に雑種第14代で固定度等を確認し、種苗法に基づく品種登録に出願したものである。

## Ⅲ 特 性

## 1 一般特性

育成地での普通期移植栽培における「ホシアオバ」の出穂期は「日本晴」並かやや早い。一穂粒数が多いために登熟期間は長く、成熟期は「日本晴」よりも6日程度遅い。育成地では中生の中に属する。なお、出穂期は乾田直播栽培や寒冷地中南部から温暖地での早期移植栽培では「日本晴」よりも出穂が早くなり、逆に晩植栽培では「日本晴」よりも遅くなる傾向がある。稈長は「日本晴」よりも約3cm長く、やや長と判定される。穂長は「日本晴」や「アケノホシ」<sup>9)</sup>よりも長いやや長である。穂数は「日本晴」や「アケノホシ」よりも少なく、草型は「アケノホシ」と同じ極穂重型である。稈の太さは「アケノホシ」並のやや太で、稈質は「アケノホシ」並の剛である。芒は通常無く、ふ色、ふ先色ともに黄白、粒着密度は密で、脱粒性はやや難、玄米の粒形はやや細、粒大は大の梗種である(第2, 3, 4表)。

第2表 普通期移植栽培における特性調査成績<sup>1)</sup>

品 種 名	出 穂 期	成 熟 期	登 熟 日 数	障 害 <sup>2)</sup>		稈 長 (c m)	穂 長 (c m)	穂 数 (本/㎡)
	(月日)	(月日)	(日)	倒 伏	紋 枯			
ホシアオバ	8.14	10.2	49	0.5	2.5	90	23.4	234
日 本 晴	8.15	9.26	42	1.6	1.8	87	19.5	397
アケノホシ	8.20	10.7	48	0.6	1.8	79	22.4	292

品 種 名	稈		芒		ふ先色	ふ色	粒着 密度	脱粒 難易	玄 米	
	細太	剛柔	多少	長短					粒形	大小
ホシアオバ	やや太	剛	無	—	黄白	黄白	密	やや難	やや細	大
日 本 晴	中	やや柔	稀	極短	黄白	黄白	中	難	中	中
アケノホシ	やや太	剛	無	—	淡褐	黄白	極密	難	中	中

注1) 近畿中国四国農業研究センターでの普通期移植栽培における成績(1993~2001年の平均値)。

2) 倒伏・紋枯: 0(無)~5(甚)の6段階評価。

第3表 乾田直播栽培における特性調査成績<sup>1)</sup>

品 種 名	苗立性 <sup>2)</sup>	初期 <sup>2)</sup> 生育	出穂期 (月日)	成熟期 (月日)	登熟日数 (日)	障 害 <sup>3)</sup>			稈 長 (c m)	穂 長 (c m)	穂 数 (本/m <sup>2</sup> )
						倒 伏	紋 枯				
ホシアオバ	3.1	2.9	8.8	9.22	45	0.1	0.0		81	22.6	258
日 本 晴	2.9	2.8	8.14	9.24	41	1.2	0.0		84	19.1	389
アケノホシ	4.2	3.1	8.17	10.2	46	0.6	0.0		76	21.8	304

注1) 近畿中国四国農業研究センターでの乾田直播栽培における成績(1995~2001年の平均値)。

2) 苗立性・初期生育：0(不良)~5(良)の6段階評価。

3) 倒伏・紋枯：0(無)~5(甚)の6段階評価。

第4表 晩植による出穂期の変動

品 種 名	普通期移植			晩期移植		
	播種期	出穂期	到穂日数	播種期	出穂期	到穂日数
	(月日)	(月日)	(日)	(月日)	(月日)	(日)
ホシアオバ	5.8	8.14	98	5.21	8.28	100
コシヒカリ	5.8	8.7	91	5.21	8.18	89
日 本 晴	5.8	8.16	99	5.21	8.21	93
ヒノヒカリ	5.8	8.22	105	5.21	8.29	100

注) 近畿中国四国農業研究センターにおける1996~1998年の平均値。

## 2 収量性

育成地における普通期標肥移植栽培では、「ホシアオバ」の風乾全重収量は9カ年の平均で172kg/aであり、「日本晴」よりも10%以上多収で、「アケノホシ」よりもやや多い。籾収量ならびに玄米収量は「日本晴」よりも約30%高く、「アケノホシ」よりも12%多収である。多肥移植栽培における風乾全重収量は2カ年の平均で182kg/aであり、「日本晴」よりも15%高く、「アケノホシ」並である。籾収量は「日本晴」よりも約30%高く、「アケノホシ」よりもやや高い(第5表)。WC Sの収穫期である黄熟期における風乾全重収量並びに籾収量についても「アケノホシ」よりも多収を示した(第5表)。1996年から2001年まで秋田県から熊本県まで行われた奨励品種決定基本調査及び現地試験において、「ホシアオバ」の風乾全重収量ならびに玄米収量は主食用品種である「アキヒカリ」、「コシヒカリ」、「日本晴」、「ヒノヒカリ」を比較品種とした結果では多収を示す事例が多かった(第2,3図)。

風乾全重収量の平均値は177kg/aとなり、主食用比

較品種の平均値153kg/aよりも13%多収であった。玄米収量の平均値は70.7kg/aで、主食用比較品種の平均値59.4kg/aを19%上回った。

## 3 直播適性

育成地での「ホシアオバ」の乾田直播栽培における苗立ちは「日本晴」と同程度で、「アケノホシ」よりもやや劣る。全重収量は「日本晴」よりも4%上回り、玄米収量は37%多収である(第6表)。湛水直播栽培において全重収量は「タカナリ」よりもやや劣るものの「日本晴」と同等の結果が得られた(第7表)。「ホシアオバ」は耐倒伏性も強く、乾田直播、湛水直播ともに栽培適性を持つと考えられる。しかし、「ホシアオバ」は極大粒であるために単位面積当たりに主食用品種と同じ種子重量で播種した場合、播種粒数は主食用品種の約70%程度に低下し、十分な苗立数が確保できない場合もある。そのため、直播栽培においては種子量を重量で30%程度多くする必要がありと考えられる。

第5表 「ホシアオバ」の移植栽培生産力検定における収量性

[栽培法 <sup>1)</sup> ]	黄熟期 <sup>2)</sup>				成熟期 <sup>3)</sup>					
	風乾全重 (kg/a)	同左比率 (%)	籾重 (kg/a)	同左比率 (%)	風乾全重 (kg/a)	同左比率 (%)	籾重 (kg/a)	同左比率 (%)	玄米重 (kg/a)	同左比率 (%)
品 種 名										
[標肥栽培]										
ホシアオバ	—	—	—	—	172	112	87.6	129	69.4	129
日 本 晴	—	—	—	—	153	(100)	68.0	(100)	53.8	(100)
アケノホシ	—	—	—	—	165	108	80.2	118	63.0	117
[多肥栽培]										
ホシアオバ	157	103	74.1	110	182	115	91.1	131	70.5	134
日 本 晴	153	(100)	67.4	(100)	158	(100)	69.4	(100)	52.3	(100)
アケノホシ	154	100	65.8	98	183	116	88.6	127	61.7	118

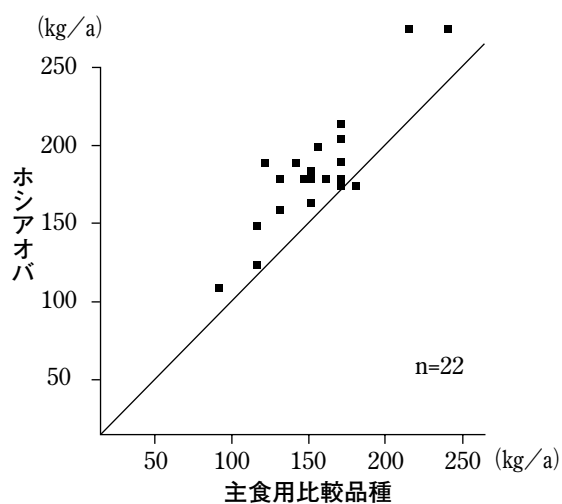
注1) 近畿中国四国農業研究センターにおける試験成績.

標肥栽培：基肥N=0.56kg/a, 追肥N=0.17kg/a.

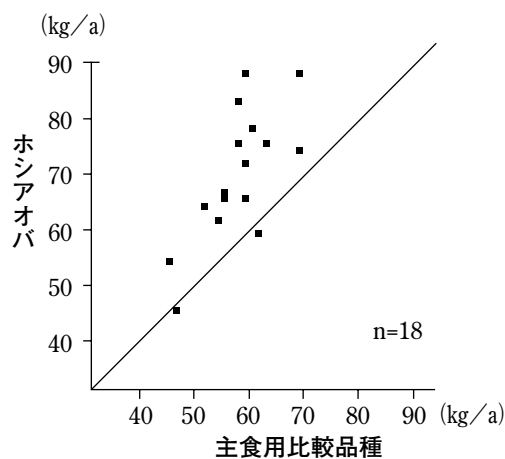
多肥栽培：基肥N=0.84kg/a, 追肥N=0.34kg/a.

2) 黄熟期は2000~2001年の平均値.

3) 成熟期の標肥栽培は1993~2001年の平均値, 多肥栽培は2000~2001年の平均値.



第2図 ホシアオバの配付先における風乾全重収量



第3図 ホシアオバの配付先における玄米収量

第6表 「ホシアオバ」の乾田直播栽培生産力検定における収量性

品 種 名	風乾全重 (kg/a)	同左比率 (%)	玄米重 (kg/a)	同左比率 (%)
ホシアオバ	172	104	69.9	137
日 本 晴	165	(100)	50.9	(100)
アケノホシ	165	107	66.5	131

注) 近畿中国四国農業研究センターでの1995~2001年の平均値.

第7表 「ホシアオバ」の湛水直播栽培生産力検定における試験成績

試験場所	試験年次	品 種 名	出穂期 (月日)	倒伏 程度 (0-5)	稈長 (cm)	全重 (kg/a)	同左 比率 (%)	籾重 (kg/a)	同左 比率 (%)
農研 センター	1999	ホシアオバ	8.17	0.0	99	139	103	77.3	104
		タカナリ	8.22	0.0	82	135	(100)	74.4	(100)
	2000	ホシアオバ	8.15	0.0	97	150	103	73.0	112
		日本晴	8.19	3.5	89	146	(100)	65.0	(100)
		タカナリ	8.20	0.0	80	168	115	87.0	134
三重 農技 センター	2000	ホシアオバ	8.10	0.3	91	193	96	98.0	99
		タカナリ	8.20	0.0	82	202	(100)	99.5	(100)
		アケノホシ	8.16	2.9	84	162	80	70.2	71
山口 農試	1999	ホシアオバ	8. 9	0.0	75	106	95	—	—
		日本晴	8.16	0.0	75	112	(100)	—	—
		タカナリ	8.18	0.0	74	122	109	—	—
		アケノホシ	8.17	0.0	73	108	96	—	—
	2000	ホシアオバ	8.11	0.0	77	141	100	—	—
		日本晴	8.15	0.0	72	141	(100)	—	—
		タカナリ	8.17	0.3	67	139	99	—	—
		アケノホシ	8.16	0.0	70	124	88	—	—

注) 農研センター、三重農技センターは成熟期の乾物重、山口農試は黄熟期の乾物重。全て表面散播での試験成績。

#### 4 病害その他抵抗性

東北農業研究センター水田利用部水田病虫害研究室におけるいもち病真性抵抗性遺伝子型検定によると「ホシアオバ」は抵抗性遺伝子 *Pita-2* と *Pib* を持つと推定され、圃場抵抗性は葉いもち・穂いもちともに不明である(第8, 9, 10表)。「ホシアオバ」の白葉枯病抵抗性は育成地での3レース(I, II, III)を用いた剪葉接種法によると金南風群に属すると推定され、抵抗性程度は「日本晴」並の中であると判定された(第11表)。縞葉枯病は交配親の「多収系174」から抵抗性遺伝子を受け継いだと推定され、抵抗性と判定された(第12表)。育成地圃場での調査結果から「ホシアオバ」のニカメイチュウによる被害は「日本晴」よりも多い(第13表)。穂発芽性は「日本晴」よりも発芽しやすく、やや易である(第14表)。耐倒伏性は「日本晴」よりも強く、「ア

ケノホシ」並の強である(第2表)。湛水直播栽培での耐転び型倒伏抵抗性においても「日本晴」よりも明らかに強く、やや強である(第15表)。

#### 5 飼料品質その他特性

「ホシアオバ」の可消化養分総量(TDN)含量は近赤外分析における測定値は60%程度、化学分析による測定値は58%程度であり、「日本晴」や「アケノホシ」とほぼ同等である。主要成分である可消化粗蛋白質(DCP)についても大差はない(第16表)。単位面積当たりのTDN収量は乾物収量が高いために、「日本晴」よりも明らかに多収である。新出<sup>7)</sup>は「ホシアオバ」WCSの化学的組成を調査しており、総繊維(OCW)、高消化性繊維(Oa)、粗灰分、粗蛋白質、可消化養分総量等において「アケノホシ」、「はまさり」等と大差はないと報告している。また、

石田ら<sup>1)</sup>は「ホシアオバ」のWCSと輸入チモシー乾草とを比較した乳牛への給与試験を行った結果、飼料全体の代謝エネルギー、乳脂補正乳量及び乳成分において有意な差は認められなかったと報告している。以上の結果から「ホシアオバ」の飼料としての

適性は「日本晴」等の食用品種、あるいは「はまさり」等の既存の飼料用品種に比べて同等であり、輸入チモシー乾草等の代替に用いることが可能であると考えられる。

第8表 「ホシアオバ」の葉いもち抵抗性遺伝子型の推定

品 種 名	接種菌株名(コード番号)2000年								接種菌株名(コード番号)2001年				推 定 遺 伝 子 型
	長69	TH89	Yu	Kyu	Kyu92	Mu	Y55	青92	稲85	TH87	Mu	TH89	
	-150	-28	-01	93-75	-22	-95	-33C	-06-2	-154	-06-1	-183	-22-1	
	007	007 <sup>bt</sup>	033 <sup>bt</sup>	037	037	301 <sup>bt</sup>	301 <sup>tr</sup>	337	037 <sup>bt</sup>	137 <sup>bt</sup>	337 <sup>bt</sup>	337 <sup>bt</sup>	
ホシアオバ	R	R	R	b	R	R	R	R	yb	yb	S	S	<i>Pita-2, Pib</i>
新 2 号	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	+
愛 知 旭	S	S	S	S	S	b	b	S	S	S	S	S	<i>Pia</i>
石 狩 白 毛	S	S	b	S	S	b	b	S	S	S	S	S	<i>Pii</i>
関 東 51 号	b	R	S	S	S	R	R	S	S	S	S	S	<i>Pik</i>
ツ ユ ア ケ	R	R	S	S	S	R	R	S	S	S	S	S	<i>Pik-m</i>
フ ク ニ シ キ	yb	R	b	b	yb	yb	R	b	b	yb	b	R	<i>Piz</i>
ヤ シ ロ モ チ	b	b	yb	b	yb	S	S	S	b	S	S	S	<i>Pita</i>
PiNo.4	R	R	R	b	b	S	S	S	R	ybg	S	S	<i>Pita-2</i>
と り で 1 号	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	<i>Piz-t</i>
K60	R	R	S	S	S	R	R	S	S	S	S	S	<i>Pik-p</i>
BL1	R	S	S	R	R	S	R	R	S	S	S	S	<i>Pib</i>
K59	yb	R	b	yb	yb	yb	b	b	R	b	b	R	<i>Pit</i>

注1) 東北農業研究センター水田病害研究室での噴霧接種法での成績。

2) Sは罹病性病斑, Rは無病斑, bは褐点, ybは周縁部が黄化した褐点, ybgは中央部が崩壊した止まり型病斑を示す。

第9表 「ホシアオバ」の葉いもち圃場抵抗性検定結果<sup>1)</sup>

品 種 名	推定抵抗性 遺伝子型	近中四農研	
		発病程度 <sup>2)</sup>	判定
ホシアオバ	<i>Pita-2, Pib</i>	0.4	不明
ほ ま れ 錦	<i>Pia</i>	3.2	中
日 本 晴	+/ <i>Pia</i>	3.2	中
あ ぎ た こ ま ち	<i>Pia, Pii</i>	3.5	中
ク サ ブ エ	<i>Pik</i>	1.4	不明
PiNo.4	<i>Pita-2</i>	0.5	不明

注1) 近畿中国四国農業研究センターでの畑晩播検定法による評価 (1993, 1995-1998, 2001年の平均値)。

2) 発病程度: 0 (無発病) ~ 10 (全葉枯死) の11段階評価。

第10表 「ホシアオバ」の穂いもち抵抗性検定結果

品 種 名	推定抵抗性 遺伝子型	近中四農研 <sup>1)</sup>			茨城県農総センター			宮崎県総農試		
		2000年			1999年			1999年		
		出穂期	発病 <sup>2)</sup>	判定	出穂期	発病 <sup>2)</sup>	判定	出穂期	発病 <sup>2)</sup>	判定
ホシアオバ	<i>Pita-2, Pib</i>	8.14	0.0	不明	9.30	2.0	不明	9.30	0.0	不明
コシヒカリ	+	8.5	3.0	弱	—	—	—	9.15	6.5	やや弱
日本晴	+/ <i>Pia</i>	8.16	0.0	不明	8.25	4.3	中	9.13	5.8	弱
ヒノヒカリ	<i>Pia, Pii</i>	8.27	4.0	弱	—	—	—	—	—	—
ヤシロモチ	<i>Pita</i>	8.27	1.0	不明	8.30	3.3	不明	—	—	—
PiNo.4	<i>Pita-2</i>	9.1	0.0	不明	—	—	—	—	—	—

注1) 穂いもち検定圃場 (広島県世羅郡甲山町) における調査結果。

2) 発病：0 (無発病) ~10 (全穂首罹病) の11段階評価。

第11表 「ホシアオバ」の白葉枯病抵抗性検定結果<sup>1)</sup>

品 種 名	発病程度 <sup>2)</sup>			総合判定
	接種菌系			
	I 群 菌	II 群 菌	III 群 菌	
ホシアオバ	3.9	4.0	5.7	中
日本晴	3.6	4.7	5.5	中
アケノホシ	4.3	4.9	5.6	やや弱
中生新千本	4.2	4.6	6.4	やや弱
金南風	5.4	5.5	6.8	弱

注1) 近畿中国四国農業研究センターでの剪葉接種法 (1993~2000年) による評価。

2) 発病程度：0 (無発病) ~9 (全葉枯死) の10段階評価。

第12表 「ホシアオバ」の縞葉枯病抵抗性<sup>1)</sup> 検定結果

品 種 名	発病指数 <sup>2)</sup>				平均	杜稲比 (%)	判定
	1993	1994	1995	1999			
ホシアオバ	32.6	37.2	10.0	6.7	21.6	29	抵抗性
St No.1	6.2	1.9	6.0	5.5	4.9	7	抵抗性
農林8号	87.9	87.9	89.0	58.6	80.9	107	罹病性
杜 稻	82.1	88.3	83.0	48.7	75.5	(100)	罹病性
陸稲農林11号	23.6	10.2	8.0	5.9	11.9	16	抵抗性

注1) 近畿中国四国農業研究センターでの幼苗検定法<sup>10)</sup> による評価。

2) 発病指数は発病苗をA (生育不良で病葉の全部または一部が枯死) ~D (病徴あるが生育良好) の6段階に分け、以下の式により求めた。

$$\text{縞葉枯病発病指数} = \frac{(100 \times A + 80 \times B + 60 \times Bt + 40 \times Cr + 20 \times C + 5 \times D)}{\text{調査苗数}}$$

第13表 ニカメイチュウ被害度調査結果

品 種 名	出穂期 (月日)	調査 株数	総穂数 (本)	被害 株数	被害穂数 (本)	被害株率 (%)	被害穂率 (%)
ホシアオバ	8. 8	40	461	17	48	42.5	10.4
日 本 晴	8.12	40	774	11	18	27.5	2.3
アケノホシ	8.16	40	510	6	12	15.0	2.4

注) 近畿中国四国農業研究センター生産力検定試験区 (2001年) において1区40株2反復で黄熟期に調査した。

第14表 「ホシアオバ」の穂発芽性検定結果

品 種 名	穂発芽程度	判定
ホシアオバ	9.0	やや易
日 本 晴	6.4	中
アケノホシ	0.8	難

注) 近畿中国四国農業研究センターでの慣行法による判定 (2000-2001年)。  
成熟期に穂を採取し、28℃で湿潤を保った状態で7日後の穂発芽程度を0(無)~10(甚)の11段階で評価。

第15表 「ホシアオバ」の転び型倒伏抵抗性検定結果試験

品 種 名	1996年			1998年			1999年			2000年			総合 判定
	出穂期 (月日)	稈長 (cm)	倒伏 (0-5)	出穂期 (月日)	稈長 (cm)	倒伏 (0-5)	出穂期 (月日)	稈長 (cm)	倒伏 (0-5)	出穂期 (月日)	稈長 (cm)	倒伏 (0-5)	
ホシアオバ	8.15	106	2.1	8.13	73	0.3	8.12	102	2.3	8.12	92	0.8	やや強
日 本 晴	8.16	94	3.7	8.13	62	2.0	8.12	91	5.0	8.12	81	2.0	やや弱
ヒノヒカリ	8.18	91	2.5	8.13	63	2.3	8.17	88	1.5	8.17	83	1.8	中
どんとこい	8. 3	78	1.3	—	—	—	8. 4	93	3.8	7.31	76	1.0	中
関東PL11	9. 2	69	0.5	8.24	66	0.3	—	—	—	—	—	—	強

注1) 宮崎県総合農業試験場における試験成績。

2) 試験方法：ガラス室内にて催芽粉を条播し、多肥栽培で出穂10日後に試験区3条のうち中央の1条を残して刈り取った。出穂40日後に転び型倒伏の程度を0(無)~5(完全倒伏)の6段階で2反復調査した。

第16表 「ホシアオバ」のTDN, DCP

年次	生産地	品 種 名	施肥水準	成分含有率 (乾物, %)		
				TDN		DCP
				黄熟期	完熟期	
1999	近中四農研	ホシアオバ	標肥	—	61.8	4.8
		日 本 晴		—	62.9	5.0
		アケノホシ		—	62.9	4.6
	農研 センター	ホシアオバ	多肥	—	59.6	7.2
		タカナリ		—	61.8	6.7
		はまさり		—	61.5	6.8
		ホシユタカ		—	59.1	7.0
2001	近中四農研	ホシアオバ	多肥	58.4	59.0	—
		日 本 晴		58.5	58.5	—
		アケノホシ		57.8	—	—
		ホシアオバ	極多肥	58.1	58.8	—
		日 本 晴		58.1	58.6	—
		アケノホシ		58.1	—	—

注) 1999年は埼玉県畜産センターでの近赤外分析, 2001年は畜産草地研究所での化学分析による.  
 TDN: 可消化養分総量, DCP: 可消化粗蛋白. TDNの推定は, 小川の推定式による. いずれのサンプルも生産力  
 検定試験の材料を用いた.

## 6 品質・食味

「ホシアオバ」の玄米は「日本晴」よりも心白、腹白、乳白粒の発生が著しく多く、玄米光沢はやや否から否で、外観品質は「日本晴」よりも明らかに劣る。玄米千粒重は約29gと重く、極大粒である(第17表)。「ホシアオバ」米飯の食味は外観や味が

不良で総合評価は「日本晴」よりも著しく劣る(第18表)。主食用品種ではないため、玄米の品質・食味が劣ることは問題ではないと考えられ、むしろ大粒で品質が劣る「ホシアオバ」は識別性や食用米への混入防止の観点からは有利であると考えられる。

第17表 「ホシアオバ」の外観品質調査成績<sup>1)</sup>

品 種 名	色沢	光沢	心白	腹白	乳白	茶米	胴割	品質 <sup>2)</sup>	玄米千粒重(g)
ホシアオバ	中	否~やや否	中	中	中	少	微~少	7.0	29.4
日 本 晴	中	中	微~少	微~少	微~少	微	極微	5.4	20.5
アケノホシ	中	中	微~少	少	少~中	微~少	極微	6.0	20.8

注1) 近畿中国四国農業研究センターでの1994~2001年の平均値.

2) 品質: 1 (極良) ~ 9 (極不良) の9段階評価.

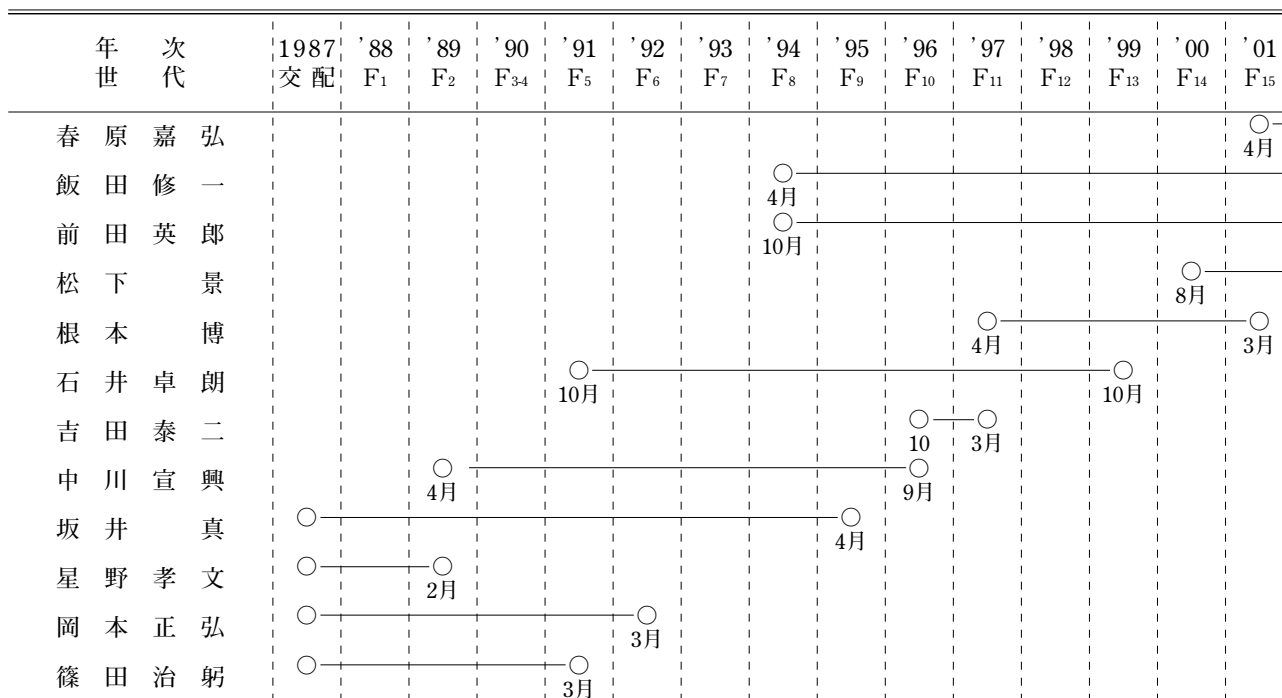


第18表 「ホシアオバ」の食味試験成績

品 種 名	外 観	香 り	粘 り	味	か た さ	総 合	試 験 日 時	パ ネ ラ ー 数
ホシアオバ	-1.42	-0.33	-0.17	-0.67	-0.58	-1.83		
日 本 晴 (比較)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1994.12.20	12名
コシヒカリ	0.75	-0.25	1.33	0.58	0.33	1.08		
ホシアオバ	-0.50	—	-0.38	-1.06	-0.56	-0.25		
日 本 晴 (比較)	0.00	—	0.00	0.00	0.00	0.00	2000. 3. 7	16名
ヒノヒカリ (比較)	2.00	—	2.00	2.00	2.00	2.00		

注1) 近畿中国四国農業研究センター生産力検定試験区の玄米サンプルを用いて調査を行った。  
 2) パネラーは全て近畿中国四国農業研究センター職員。1994年は5点法で、2000年は10点法で実施した。  
 3) 各項目-3 (かなり不良) ~ +3 (かなり良い), かたさは-3 (かなり硬い) ~ +3 (かなり柔い)。

第19表 「ホシアオバ」の育成従事者



Ⅳ 栽培適地及び栽培上の留意点

1 栽培適地

「ホシアオバ」はその出穂特性から東北南部、北陸の平坦地、関東以西の中山間地から平坦地に適すると考えられる。なお、2002年4月現在、「ホシアオバ」は島根県において飼料作物として奨励品種に指定されている。

2 栽培上の留意点

「ホシアオバ」の栽培にあたっては以下の点に注意する。

- 1) いもち病の抵抗性遺伝子 *Pita-2* ならびに *Pib* を持っており、圃場抵抗性程度が不明であるため、変異菌の出現による抵抗性反応の変化に充分注意する必要がある。
- 2) 極大粒の品種であるため、直播栽培において苗立数を確保するためには播種する際に慣行よりも30%程度多めに播く必要がある。移植栽培における育苗においても同様である。
- 3) WCSとして利用する際には、品質低下を防ぐため黄熟期を中心とした適期収穫に努める。
- 4) ニカメイチュウに弱いいため、発生が見られた場

合には防除に努める。

- 5) 耐倒伏性は比較的強いが、極端な多肥条件はさける。

## V 命名の由来及び育成従事者

### 1 命名の由来

青々とした茎葉を持つ極多収のWCS品種として広く作付けされるように願いを込めて命名した。漢字で表す必要がある場合には「星青葉」を用いる。

### 2 育成従事者

「ホシアオバ」の育成従事者を第19表に示した。

## VI 摘 要

「ホシアオバ」は極多収系統「多収系174」(後の「中国113号」)を母、大粒極多収系統「北陸130号(後のオオチカラ)」を父とする後代より選抜・育成されたホールクロップサイレージ(WCS)用の水稻品種である。1987年に中国農業試験場において交配を行い、以後、熱研沖縄支所における世代促進を経た集団育種法により育成を進めてきた。1995年以降は「中国146号」と付名し、地域適応性や飼料適性が検討されてきた。2002年に水稻農林379号として農林登録され、「ホシアオバ」と命名された。この品種の特徴は以下の通りである。

- 1 出穂期は「日本晴」とほぼ同じで育成地では中生の中にあたる。稈長は「日本晴」よりもやや長く、穂長は「日本晴」よりも長い。草型は極穂重型である。強稈で耐倒伏性は「日本晴」よりも優れている。
- 2 いもち病真性抵抗性遺伝子は*Pita-2*と*Pib*を持つと推定され、圃場抵抗性は葉いもち、穂いもちともに不明である。白葉枯病抵抗性は金南風群に属すると推定され、抵抗性程度は「日本晴」並である。縞葉枯病には抵抗性であり、穂発芽性はやや易である。ニカメイチュウによる被害は「日本晴」よりも多い。
- 3 収量性は高く、育成地の普通期移植栽培では基準品種の「日本晴」よりも全重で12%程度、子実重で30%程度多収である。乾田直播栽培にお

いても「日本晴」よりも多収である。

- 4 WCSの近赤外分析によるTDN含量は60%程度であり、「日本晴」と同等であるが、単位面積当たりのTDN収量は乾物収量が高いため「日本晴」よりも多収となる。
- 5 玄米は心白、腹白、乳白の発生が著しく多く、外観品質は「日本晴」よりも明らかに劣る。玄米の粒形、粒大は「日本晴」よりも大きく、玄米千粒重は約29gと極大粒である。食味は外観、味等の項目が不良で、総合評価は「日本晴」よりも明らかに劣る。
- 6 以上の多収性、強稈性、飼料適性、直播適性等の特性から、「ホシアオバ」はWCSでの飼料利用に適すると考えられる。

## 引用文献

- 1) 石田元彦・細田謙次・西田武弘・山田知哉・松山裕城・吉田宣夫 2001. 飼料イネ「中国146号」の乳牛用飼料としての価値 日本畜産学会第98回大会講演要旨集76.
- 2) 小林 陽・古賀義昭・内山田博士・佐本四郎・堀内久満・三浦清之・奥野員敏・藤田米一・上原泰樹・石坂昇助・中川原捷洋・山田利昭・丸山清明 1990. 水稻新品種「オオチカラ」の育成 北陸農試報32: 85-104.
- 3) 庭山 孝・鈴木計司・戸倉一泰・矢ヶ崎健治・森田久也・塩原比佐雄・長谷川英世・田村真実・峯岸直子 1988. 水稻新品種「くさなみ」「はまさり」の育成. 埼玉県農業試験場研究報告43: 1-18.
- 4) 小川増弘 2001. 飼料イネ研究の取り組みと技術開発状況. 農業技術56(10): 433-438.
- 5) 佐藤純一 1999. 飼料イネ技術確立の必要性和今後の方向(1). 畜産の研究53(1): 3-8.
- 6) 佐藤純一 1999. 飼料イネ技術確立の必要性和今後の方向(2). 畜産の研究53(2): 238-242.
- 7) 新出昭吾 2002. 飼料専用稲の収穫, 調整, 利用技術. 近畿中国四国地域農林水産業研究成果発表会発表要旨: 18-34.
- 8) 篠田治躬・岡本正弘・星野孝文・坂井 真・柴田和博・藤井啓史・鳥山國士・山田利昭・小川

- 紹文・関沢邦雄・山本隆一 1990. 多収性水稻新品種「ホシユタカ」の育成 中国農試報6：135-148.
- 9) 篠田治躬・鳥山國士・藤井啓史・柴田和博・山本隆一・関沢邦雄・小川紹文・岡本正弘・山田利昭 1989. 多収性水稻新品種「アケノホシ」の育成 中国農試報4：13-27.
- 10) 鷺尾 養・江塚昭典・鳥山國士・桜井義郎 1968. イネ縞葉枯病抵抗性の簡易検定法ならびに抵抗性品種の育成に関する研究 中国農試報A16：39-197.

## A New Rice Cultivar for Whole Crop Silage, "Hoshiaoba"

Hideo MAEDA, Yoshihiro SUNOHARA, Shuichi IDA, Kei MATSUSHITA, Hiroshi NEMOTO\*

Takuro ISHII\*\*, Taiji YOSHIDA\*\*\*, Nobuoki NAKAGAWA\*\*\*\*\*, Makoto SAKAI,\*\*\*\*

Takafumi HOSHINO\*\*\*\*\*, Masahiro OKAMOTO\*\*\*\*\* and Harumi SHINODA\*\*\*\*\*

### Summary

We developed a lowland rice cultivar, "Hoshiaoba", at National Agricultural Research Center for Western Region in 2002. We selected this cultivar from the pedigree of crossing between Hokuriku 130 (Oochikara) and Tashukei 174. Oochikara is a high yielding cultivar with large grain and Tashukei 174 is a high yielding breeding line of long culm and good plant stature. Crossing was carried out in 1987 and the promising progeny line was named as Chugoku 146 at F<sub>9</sub> generation in 1995. Chugoku 146 had been subjected to local adaptability tests and feed tests for livestock since 1996. Chugoku 146 was recognized to be suitable for whole crop silage from its yielding, and feeding value. It was officially registered as Paddy rice Norin No.379 and named Hoshiaoba by the Ministry of Agriculture Forestry and Fisheries (MAFF) in 2002. The main characteristics of Hoshiaoba are as follows.

1. Heading date of Hoshiaoba is similar to that of Nipponbare, but its maturing date is 6 days later than that of Nipponbare. Its maturity is classified into medium maturity in the western region of Japan. Its lengths of culm and panicle are 3cm and 4cm longer than those of Nipponbare, respectively. The panicle number per unit area is less than that of Nipponbare, and the plant type is super-heavy panicle type. The culm is thick and hard. Shattering habit is slightly hard.

2. Hoshiaoba seems to be possessed of the true resistance genes *Pita-2* and *Pib* for blast disease. Its field resistances for leaf blast and for panicle blast are unknown. The resistance level to bacterial leaf blight is similar to that of Nipponbare, and Hoshiaoba is resistant to rice stripe disease. The lodging resistance of Hoshiaoba is superior to Nipponbare.

3. Its yielding abilities as whole crop and as grain under transplanting cultivation are about 12% and 30% superior to those of Nipponbare, respectively. Under direct seeding cultivation tests, its yielding ability is superior to that of Nipponbare.

4. The volume of brown rice of Hoshiaoba is very large, its 1000 kernel weight is about 29g. Its appearance grade of brown rice is remarkably inferior to that of Nipponbare and eating quality of Hoshiaoba is also remarkably inferior to that of Nipponbare.

5. Total digestible nutrients (TDN) content per dry matter weight of Nipponbare is about 60%, it is similar to that of Nipponbare. However, dry matter weight of Hoshiaoba is superior to that of Nipponbare. The whole crop silage of Hoshiaoba is similar to timothy hay in feed ingredients, and its feeding value for cow seems to be equivalent to timothy hay.

---

Department of crop breeding

\* National Institute of Crop Science

\*\* National Institute of Agrobiological Resources

\*\*\* National Agricultural Research Center for Tohoku Region

\*\*\*\* Aomori Prefectural Agricultural Experiment Station, Fujisaka Branch

\*\*\*\*\* Satake Corporation

\*\*\*\*\* National Agricultural Research Center for Kyushu Okinawa Region

\*\*\*\*\* Ex-Chugoku National Agricultural Experiment Station



写真1 「ホシアオバ」の立毛草姿



「ホシアオバ」 「日本晴」 「アケノホシ」  
写真2 「ホシアオバ」の個体草姿



「ホシアオバ」 「アケノホシ」 「日本晴」  
写真3 「ホシアオバ」の粳と玄米

## 飼料用水稻新品種「クサノホシ」の育成

春原嘉弘・飯田修一・前田英郎・松下 景・根本 博\*・石井卓朗\*\*・吉田泰二\*\*\*  
中川宣興\*\*\*\*・坂井 真\*\*\*\*・星野孝文\*\*\*\*\*・岡本正弘\*\*\*\*\*・篠田治躬\*\*\*\*\*

Key words : rice, cultivar, Kusanohoshi, high yield, whole crop, silage

### 目 次

I 緒 言	99	6 品質・食味	110
II 育種目標と育成経過	100	IV 栽培適地及び栽培上の留意点	110
1 育種目標	100	1 栽培適地	110
2 育成経過	102	2 栽培上の留意点	110
III 特 性	102	V 命名の由来及び育成従事者	110
1 一般特性	102	1 命名の由来	110
2 収量性	103	2 育成従事者	110
3 直播適性	103	VI 摘 要	110
4 病害その他抵抗性	106	引用文献	111
5 飼料品質その他特性	108	Summary	112

### I 緒 言

近年、我が国の畜産は飼料自給率の低下が大きな問題となっている。同時に、畜産廃棄物処理が重要な課題となっているとともに、輸入飼料や敷料を感染源とする家畜感染症の危険増加が指摘されている。一方、稲作は主食用の米の生産能力が消費量を大きく上回っており、米生産調整面積は約100万haに及んでいる。湿害等の問題で麦、大豆、飼料作物、野菜等に転作されない遊休地・耕作放棄田は増加の傾向にあり、水田で生産可能な自給飼料作物として稲発酵粗飼料（イネホールクロップサイレージ、イネWCS）用水稻が大きく脚光を浴びるようになってきた<sup>2)</sup>。

稲のホールクロップサイレージ（WCS）としての利用に関しては歴史が浅く、一般食用品種を用いて取り組む事例も多いが、生産性は必ずしも高いとは言えない。このため、生産性が高く、コストダウンが可能なWCSに適した専用品種が求められてきた。1981年に始まった「超多収作物の開発と栽培技術の確立（超多収）」プロジェクトの中で育成された「ホシユタカ」<sup>5)</sup>は地上部乾物重が大きいことからWCSとしての利用が試みられた。また、埼玉県で育成された「くさなみ」<sup>6)</sup>、「はまさり」<sup>7)</sup>は茎葉収量を高めたWCS専用品種として利用されてきた。

2000年に策定された「食料・農業・農村基本計画」の中では国内農業生産の増大、特に食料自給率の向上を図る上で自給飼料の生産拡大が重要な課題とな

(平成14年12月2日受理)

作物開発部

\* 現作物研究所

\*\*\* 現東北農業研究センター

\*\*\*\* 現佐竹製作所

\*\*\*\*\* 元中国農業試験場

\*\* 現農業生物資源研究所

\*\*\*\* 現青森県農業試験場藤坂支場

\*\*\*\*\* 現九州沖縄農業研究センター

っており、イネWCSは飼料作物として水田農業振興と自給飼料基盤の拡大に有効な作物と位置づけられた。これにともなってイネWCSの生産に関する新たなプロジェクト研究「転作作物を中心とした高品質品種の育成と省力生産技術の開発(転作作物)」, 「食料自給率向上のための21世紀の土地利用型農業確立を目指した品種育成と安定生産技術の総合研究(21世紀プロ)」が開始され、草地・畜産部門、機械、栽培、土壌部門等が連携をはかりながらイネWCSの品質評価、作業技術体系の確立や資源循環についての研究が進められており、育種部門ではWCS専用品種の開発を加速している。

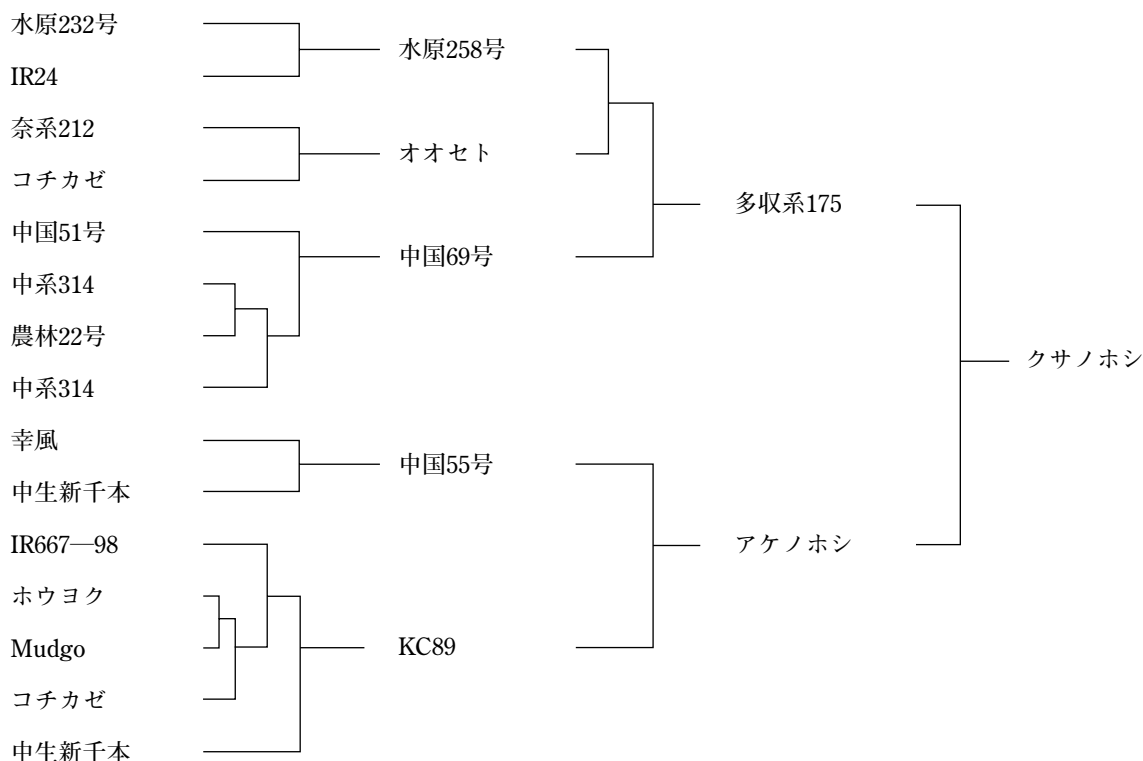
「クサノホシ」はこのプロジェクト研究を中心とした試験研究の結果、「ホシユタカ」や「はまさり」に優る収量性を有することが明らかになった。また、直播適性、飼料品質、耐病性の面においてもWCS用としての要求に応える品種であることが認められ、2001年度に「水稻農林380号」として登録された。WCS用稲全体の作付けは2001年度実績では約2300ha、2002年度には約3300haへの増加が見込まれており、「クサノホシ」は今後の作付け拡大に大きく貢献することが期待される。

本品種の育成に当たっては系統適応性検定試験、奨励品種決定調査やイネWCSの栽培・給与試験にご協力頂いた各府県農業試験場、飼料成分の評価をして頂いた埼玉県畜産センター(現埼玉県農林総合研究センター畜産支所)、畜産草地研究所の関係各位に心から感謝の意を表す。また、圃場試験の支援業務に尽力された近畿中国四国農業研究センター業務第1科の各位に厚くお礼申し上げる。

## II 育種目標及び育成経過

### 1 育種目標

「クサノホシ」は通常品種の収量性を大幅に上回る極多収品種の育成を目的として「多収系175」を母、「アケノホシ」<sup>4)</sup>を父とする交配後代から育成された品種である。「アケノホシ」は中国農業試験場(現近畿中国四国農業研究センター)で育成された1穂着粒数の多い中生熟期の極多収品種である。「多収系175」は晩生の長稈穂重型極多収系統であり、これらを交配することにより両親を凌ぐ収量性を有する晩生で長稈の極多収品種育成を目指した(第1図)。



第1図 「クサノホシ」の系譜

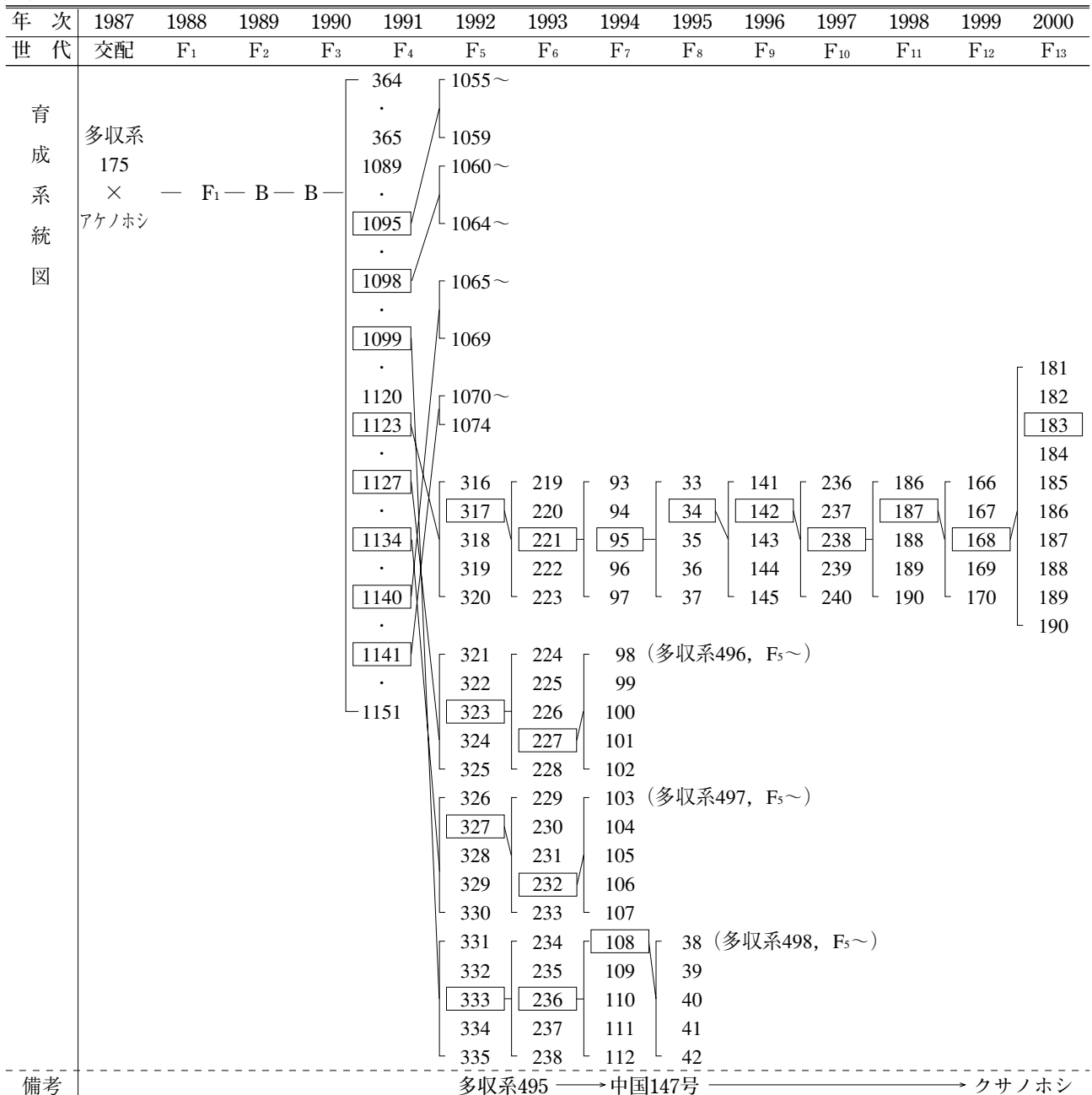
(1) 選抜経過

第1表 「クサノホシ」の選抜経過および育成系統図

年次	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
世代	交配	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>3</sub>	F <sub>4</sub>	F <sub>5</sub>	F <sub>6</sub>	F <sub>7</sub>	F <sub>8</sub>	F <sub>9</sub>	F <sub>10</sub>	F <sub>11</sub>	F <sub>12</sub>	F <sub>13</sub>
栽植	系統群数					8	4	4	4	2	1	1	1	1
	系統数				63	40	20	20	20	10	5	5	5	10
	個体数	2粒	2	3000	3000	*16	*32	*32	*32	*32	*32	*32	*32	*32
選抜	系統群数					4	4	4	2	1	1	1	1	1
	系統数				8	4	4	4	2	1	1	1	1	1
	個体数				63	40	20	20	20	10	5	5	10	10

注) \*は1系統あたりの個体数.

(2) 育成系統図



注) Bは雑種集団, □は選抜系統を示す.



## 2 育成経過

選抜経過を第1表に示した。1987年中国農業試験場において上述の組合せの人工交配を行い、2粒の交配種子を得た。1988年、1989年にそれぞれF<sub>1</sub>、F<sub>2</sub>世代を普通期移植栽培で養成し、1990年に普通期移植栽培でF<sub>3</sub>集団を栽植して個体選抜を行った。1991年に普通期移植栽培でF<sub>4</sub>世代を栽植して系統選抜を行い、以後は系統育種法に準じて選抜固定を図ってきた。1992年 (F<sub>5</sub>) 以降は系統番号「多収系495」を付して生産力検定試験・特性検定試験に供試し、1995年 (F<sub>8</sub>) 以降は系統名「中国147号」を付して関係府県に配付し、地域適応性を検定してきた。その結果、多収性、耐病性、飼料適性の面でWCS品種として優れた適性を持つことが認められ、2002年3月に「水稻農林380号」として登録、「クサノホシ」と命名された。なお、本品種は2000年に雑種第13代で固定度等を確認し、種苗法に基づく品種登録に出願したものである。

## Ⅲ 特 性

## 1 一般特性

育成地での普通期移植栽培における「クサノホシ」の出穂期は「日本晴」より13日程度遅く、「ホシユタカ」より3日程度早い。成熟期は「日本晴」よりも20日程度遅く、「ホシユタカ」よりやや早い。育成地では晩生に属する。また、晩植により到穂日数は短縮するが、その程度は「日本晴」、「ヒノヒカリ」とほぼ同じである。稈長は「日本晴」や「ホシユタカ」より長い。穂長は「日本晴」より長く「ホシユタカ」並である。穂数は「日本晴」や「ホシユタカ」よりも少なく、草型は極穂重型である。稈の太さはやや太で、稈質は剛である。芒は通常無く、ふ色、ふ先色ともに黄白、粒着密度は極密で、脱粒性は難、玄米の粒形はやや円、粒大はやや大の粳種である(第2、3、4表)。

第2表 普通期移植栽培における特性調査成績<sup>1)</sup>

品 種 名	出 穂 期 (月日)	成 熟 期 (月日)	登 熟 日 数 (日)	障 害 <sup>2)</sup>		稈 長 (c m)	穂 長 (c m)	穂 数 (本/m <sup>2</sup> )
				倒 伏	紋 枯			
クサノホシ	8.28	10.17	50	0.8	1.8	93	20.5	236
日 本 晴	8.15	9.27	43	1.8	2.0	87	19.6	388
ホシユタカ	8.31	10.18	48	0.3	1.5	87	21.1	306

品 種 名	稈		芒		ふ先色	ふ色	粒着 密度	脱粒 難易	玄 米	
	細太	剛柔	多少	長短					粒形	大小
クサノホシ	やや太	剛	無	—	黄白	黄白	極密	難	やや円	やや大
日 本 晴	中	やや柔	稀	極短	黄白	黄白	中	難	中	中
ホシユタカ	やや太	剛	無	—	黄白	黄白	やや密	中	細長	やや小

注1) 近畿中国四国農業研究センターでの普通期移植栽培における成績(1992~2001年の平均値)。

2) 倒伏・紋枯: 0(無)~5(甚)の6段階評価。

第3表 穂軸の抽出度および穂相調査成績

品 種 名	穂軸の抽出度 (cm)	一穂着粒数	枝 梗 別 粒 数 歩 合 ( % )			穂長1cm当たりの着粒粒数
			一次	二次	三次	
クサノホシ	-0.2	209.0	29.0	70.3	0.7	10.1
日 本 晴	6.4	105.5	47.7	52.3	0.0	5.2
ホシユタカ	4.0	140.9	49.4	50.6	0.0	6.8

注) 近畿中国四国農業研究センターにおける2001年の生産力検定試験区の材料を用いた。中庸な3株について各株穂の長いほうから5穂を調査し、その平均値を示した。ただし、穂軸の抽出度については3株全穂を調査した。

第4表 晩植による出穂期の変動

品 種 名	普通期移植			晩期移植		
	播種期 (月日)	出穂期 (月日)	到穂日数 (日)	播種期 (月日)	出穂期 (月日)	到穂日数 (日)
クサノホシ	5. 8	8. 28	1 1 2	5. 21	9. 3	1 0 5
コシヒカリ	5. 8	8. 7	9 1	5. 21	8. 18	8 9
日 本 晴	5. 8	8. 16	1 0 0	5. 21	8. 21	9 3
ヒノヒカリ	5. 8	8. 22	1 0 6	5. 21	8. 29	1 0 0

注) 近畿中国四国農業研究センターにおける1996~1998年の平均値。

## 2 収量性

育成地における普通期標肥移植栽培での成熟期における風乾全重収量は10カ年の平均で188kg/aであった。これは、「日本晴」よりも20%多収であり、「ホシユタカ」よりもやや多い。玄米収量では「日本晴」よりも26%、「ホシユタカ」よりも19%多収である。多肥移植栽培における全重収量は2カ年の平均で200kg/aを上回り、「日本晴」よりも29%多く、「ホシユタカ」よりもやや多い。玄米収量は「日本晴」よりも35%多く、「ホシユタカ」よりも19%多い。WCSの収穫期である黄熟期における風乾全重収量についても「日本晴」よりも多収を示した(第6表)。1996年から2001年まで奨励品種決定基本調査及びその他の目的で配付した試験栽培において、「クサノホシ」に近い熟期のWCS用品種である「ホシユタカ」、「はまさり」と比較した結果、「クサノホシ」が全重において多収を示す事例が多

かった(第2, 3図)。「はまさり」との比較では、「クサノホシ」の全重収量の平均値は170kg/aとなり、「はまさり」の平均値145kg/aよりも17%多収であった。

## 3 直播適性

育成地における「クサノホシ」の乾田直播栽培における苗立性は「日本晴」より優れるが、「ホシユタカ」並かやや劣る(第5表)。「日本晴」に比較して全重収量で19%、玄米収量では32%多収であり、「ホシユタカ」に比較しても全重収量、玄米収量ともにやや多い(第7表)。湛水直播栽培においては、「はまさり」より倒伏しやすい傾向はあるものの、全重収量は「ホシユタカ」、「はまさり」よりも明らかに多い(第8表)。「クサノホシ」は「ホシユタカ」並に耐倒伏性も強く、多収であることから、乾田直播、湛水直播ともに適するものと考えられる。

第5表 乾田直播栽培における特性調査成績<sup>1)</sup>

品種名	苗立性 <sup>2)</sup>	初期生育 <sup>2)</sup>	出穂期	成熟期	登熟日数	倒伏程度 <sup>3)</sup>	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/㎡)
			(月日)	(月日)	(日)				
クサノホシ	3.8	2.9	8.24	10.12	49	0.1	89	20.7	247
日本晴	2.9	2.8	8.14	9.24	41	1.2	84	19.1	389
ホシユタカ	4.4	3.3	8.27	10.13	47	0.1	83	20.8	329

注1) 近畿中国四国農業研究センターでの乾田直播栽培における成績 (1995~2001年の平均値)。

2) 苗立, 初期生育: 0 (極不良) ~ 5 (極良) の6段階評価。

3) 0 (無) ~ 5 (甚) の6段階評価。

第6表 「クサノホシ」の移植栽培生産力検定における収量性<sup>1)</sup>

栽培法 <sup>2)</sup>	品種名	黄熟期		成熟期					
		全重 (kg/a)	同左比 率 (%)	全重 (kg/a)	同左比 率 (%)	籾重 (kg/a)	同左比 率 (%)	玄米重 (kg/a)	同左比 率 (%)
標肥栽培	クサノホシ	—	—	188	120	87.0	129	67.0	126
	日本晴	—	—	157	(100)	67.4	(100)	53.3	(100)
	ホシユタカ	—	—	181	115	73.4	109	56.5	106
多肥栽培	クサノホシ	184	120	204	129	92.3	133	70.8	135
	日本晴	153	(100)	158	(100)	69.4	(100)	52.3	(100)
	ホシユタカ	181	118	200	127	79.0	114	59.6	114

注1) 近畿中国四国農業研究センターにおける成績。標肥栽培は1992~2001年の平均値, 多肥栽培は2000~2001年の平均値。全重, 籾重, 玄米重はいずれも風乾重である。

2) 標肥栽培: 基肥N=0.56kg/a, 追肥N=0.17kg/a。

多肥栽培: 基肥N=0.84kg/a, 追肥N=0.34kg/a。

第7表 「クサノホシ」の乾田直播栽培における収量性

品種名	全重	同左比率	玄米重	同左比率
	(kg/a)	(%)	(kg/a)	(%)
クサノホシ	197	119	67.1	132
日本晴	165	(100)	50.9	(100)
ホシユタカ	191	116	56.3	111

注) 近畿中国四国農業研究センターでの1995~2001年の平均値。

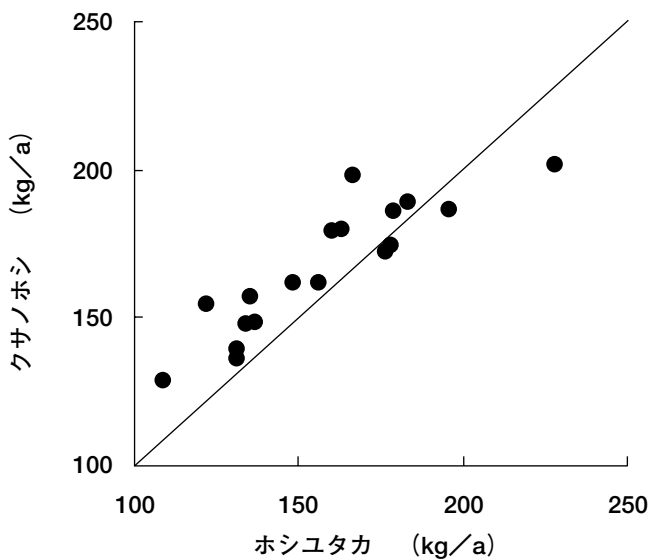
全重, 玄米重はいずれも風乾重である。

第8表 「クサノホシ」の湛水直播栽培生産力検定における試験成績<sup>1)</sup>

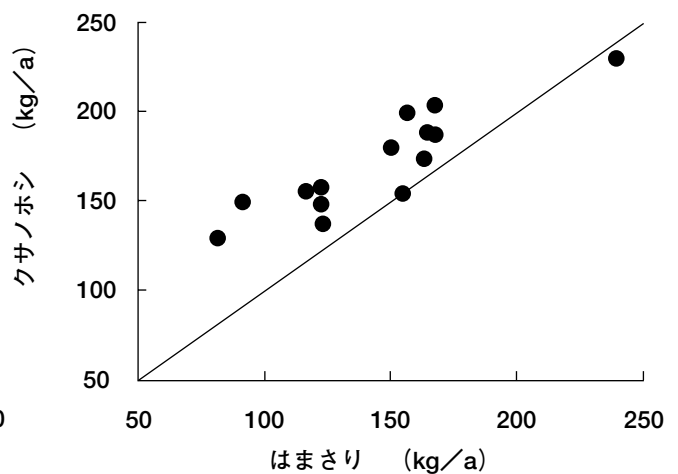
試験場所	試験年次	収穫時期	品種名	出穂期 (月日)	倒伏程度 (0-5)	稈長 (cm)	全重 <sup>2)</sup> (kg/a)	同左比率 (%)	籾重 (kg/a)	同左比率 (%)
農研センター	1999	成熟期	クサノホシ	8.31	2.5	103	179	112	—	—
			ホシユタカ	9.2	2.0	92	160	(100)	—	—
			はまさり	9.1	0.0	97	151	94	—	—
三重農技センター	2000	成熟期	クサノホシ	8.25	0.9	98	187	96	78.0	112
			ホシユタカ	8.26	0.5	91	196	(100)	69.6	(100)
			はまさり	8.25	0.0	95	166	85	67.7	97
島根農試	2001	成熟期	クサノホシ	8.31	0.0	84	154	127	—	—
			ホシユタカ	9.2	0.0	68	122	(100)	—	—
			はまさり	9.2	0.0	70	117	96	—	—
山口農試	1999	黄熟期	クサノホシ	8.24	0.0	92	136	104	—	—
			ホシユタカ	8.29	0.0	84	131	(100)	—	—
			はまさり	8.29	0.0	84	124	95	—	—
	2000	黄熟期	クサノホシ	8.24	0.0	85	148	108	—	—
			ホシユタカ	8.27	0.0	79	137	(100)	—	—
			はまさり	8.28	0.0	71	93	68	—	—
	2001	黄熟期	クサノホシ	8.22	0.0	91	157	116	—	—
			ホシユタカ	8.25	0.0	76	135	(100)	—	—
			はまさり	8.24	0.0	76	123	91	—	—

注1) 島根県農試は土中散播，農研センターと山口農試は表面散播での試験成績。

注2) 農研センター，三重農技センター及び山口農試は乾物重，島根農試は風乾重である。



第2図 配付先におけるクサノホシとホシユタカの地上部全重収量の比較



第3図 配付先におけるクサノホシとはまさりの地上部全重収量の比較

第9表 「クサノホシ」のいもち病真性抵抗性遺伝子型の推定

品 種 名	接種菌株名(コード番号)2000年								接種菌株名(コード番号)2001年				推 定 遺 伝 子 型
	長69	TH89	Yu	Kyu	Kyu92	Mu	Y55	青92	稲85	TH87	Mu	TH89	
	-150	-28	-01	93-75	-22	-95	-33C	-06-2	-154	-06-1	-183	-22-1	
	007	007 <sup>bt</sup>	033 <sup>bt</sup>	037	037	301 <sup>bt</sup>	301 <sup>tr</sup>	337	037 <sup>bt</sup>	137 <sup>bt</sup>	337 <sup>bt</sup>	337 <sup>bt</sup>	
クサノホシ	R	R	R	b	R	R	R	R	yb	b	S/b	S	<i>Pita-2, Pib</i>
第 2 号	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	+
愛 知 旭	S	S	S	S	S	b	b	S	S	S	S	S	<i>Pia</i>
石 狩 白 毛	S	S	b	S	S	b	b	S	S	S	S	S	<i>Pii</i>
関 東 51 号	b	R	S	S	S	R	R	S	S	S	S	S	<i>Pik</i>
ツ ユ ア ケ	R	R	S	S	S	R	R	S	S	S	S	S	<i>Pik-m</i>
フ ク ニ シ キ	yb	R	b	b	yb	yb	R	b	b	yb	b	R	<i>Piz</i>
ヤ シ ロ モ チ	b	b	yb	b	yb	S	S	S	b	S	S	S	<i>Pita</i>
PiNo.4	R	R	R	b	b	S	S	S	R	ybg	S	S	<i>Pita-2</i>
と り で 1 号	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	<i>Piz-t</i>
K60	R	R	S	S	S	R	R	S	S	S	S	S	<i>Pik-p</i>
BL1	R	S	S	R	R	S	R	R	S	S	S	S	<i>Pib</i>
K59	yb	R	b	yb	yb	yb	b	b	R	b	b	R	<i>Pit</i>

注1) 東北農業研究センター水田病虫害研究室での噴霧接種法での成績。

2) Sは罹病性病斑, Rは無病斑, bは褐点, ybは周縁部が黄化した褐点, ybgは中央部が崩壊した止まり型病斑を示す。

#### 4 病害その他抵抗性

東北農業研究センター水田利用部水田病虫害研究室にいもち病真性抵抗性遺伝子型検定を依頼した結果、「クサノホシ」は抵抗性遺伝子*Pita-2*と*Pib*を持つと推定された(第9表)。圃場抵抗性は葉いもち、穂いもちともに不明である(第10, 11表)。「クサノホシ」の白葉枯病抵抗性は育成地での3レース(I, II, III)を用いた剪葉接種法によると、「あそみのり」並の強い抵抗性を示した(第12表)。この抵抗性は「多収系175」を経由して導入されているが、圃場抵抗性であるかは不明である。縞葉枯病は抵抗性と判定された(第13表)。育成地圃場での調査結果から「クサノホシ」のニカメイチュウによる被害は「ホシユタカ」よりも多い(第14表)。穂発芽性は「日本晴」や「ホシユタカ」より発芽しにくい難である(第15表)。転び型倒伏抵抗性は「日本晴」よりもやや強い(第16表)。

第10表 「クサノホシ」の葉いもち圃場抵抗性検定結果<sup>1)</sup>

品 種 名	推定抵抗性 遺 伝 子 型	近 中 四 農 研	
		発 病 程 度 <sup>2)</sup>	判 定
クサノホシ	<i>Pita-2, Pib</i>	0.7	不明
ほまれ錦	<i>Pia</i>	3.2	中
日本晴	+/ <i>Pia</i>	3.2	中
あきたこまち	<i>Pia, Pii</i>	3.0	中
クサブエ	<i>Pik</i>	2.1	不明
PiNo.4	<i>Pita-2</i>	0.5	不明

注1) 近畿中国四国農業研究センターでの畑晩播検定法による評価(1993, 1995-1998, 2001年の平均値)。

2) 発病程度: 0(無発病)~10(全葉枯死)の11段階評価。

第11表 「クサノホシ」の穂いもち抵抗性検定結果

品 種 名	推 定 抵 抗 性 遺 伝 子 型	近 中 農 研 <sup>1)</sup> 2000年			茨 城 県 農 総 セ ン タ ー 1999年			宮 崎 県 総 農 試 1999年		
		出 穂 期	発 病 <sup>2)</sup>	判 定	出 穂 期	発 病 <sup>2)</sup>	判 定	出 補 期	発 病 <sup>2)</sup>	判 定
クサノホシ	<i>Pita-2, Pib</i>	8.29	0.0	不 明	9.30	2.0	不 明	9.18	0.0	不 明
コシヒカリ	+	—	—	—	—	—	—	9.15	6.5	や や 弱
日 本 晴	+/ <i>Pia</i>	—	—	—	8.25	4.3	中	9.13	5.8	弱
ヒノヒカリ	<i>Pia, Pii</i>	8.27	4.0	弱	—	—	—	—	—	—
ヤシロモチ	<i>Pita</i>	8.27	1.0	不 明	8.30	3.3	不 明	—	—	—
PiNo.4	<i>Pita-2</i>	9.1	0.0	不 明	—	—	—	—	—	—

注1) 穂いもち検定圃場 (広島県世羅郡甲山町) における調査結果.

2) 発病:0 (無発病) ~10 (全穂首罹病) の11段階評価.

第12表 「クサノホシ」の白葉枯病抵抗性検定結果

品 種 名	発 病 程 度 接 種 菌 系			総 合 判 定
	I 群 菌	II 群 菌	III 群 菌	
クサノホシ	1.9	2.1	2.8	強
あそみのり	1.3	2.5	2.1	強
日 本 晴	3.6	4.7	5.5	中
アケノホシ	4.3	4.9	5.6	や や 弱
金 南 風	5.4	5.5	6.8	弱

注1) 近畿中国四国農業研究センターでの剪葉接種法 (1993~2001年) による評価.

2) 発病程度:0 (無発病) ~9 (全葉枯死) の10段階評価.

第13表 「クサノホシ」の縞葉枯病抵抗性抗検定結果

品 種 名	1994年			1995年			1999年			総 合 判 定
	発 病 指 数	杜 稲 比 (%)	判 定	発 病 指 数	杜 稲 比 (%)	判 定	発 病 指 数	杜 稲 比 (%)	判 定	
クサノホシ	39.3	44.5	m	22.0	26.6	r	10.7	22.0	r	抵抗性
St No.1	1.9	2.2	r	6.0	7.2	r	5.5	11.3	r	抵抗性
農 林 8 号	87.9	99.5	s	89.0	107.2	s	58.6	120.3	s	罹病性
杜 稲	88.3	(100)	(s)	83.0	(100)	(s)	48.7	(100)	(s)	罹病性
陸稲農林11号	10.2	11.6	r	8.0	9.6	r	5.9	12.1	s	抵抗性

注1) 近畿中国四国農業研究センターでの幼苗検定法<sup>6)</sup> による評価.

2) r, m, s はそれぞれ強, 中, 弱の抵抗性程度を示す.

3) 発病指数は発病苗をA (生育不良で病葉の全部または一部が枯死) ~D (病徴あるが生育良好) の6段階に分け, 以下の式により求めた.

$$\text{発病指数} = \frac{(100 \times A + 80 \times B + 60 \times Bt + 40 \times Cr + 20 \times C + 5 \times D)}{\text{調 査 苗 数}}$$

第14表 ニカメイチュウ被害度調査結果

品 種 名	出穂期 (月日)	調査 株数	総穂数 (本)	被害 株数	被害穂数 (本)	被害株率 (%)	被害穂率 (%)
クサノホシ	8.27	40	404	15	26	37.5	6.4
ホシユタカ	8.28	40	576	4	7	10.0	1.2

注) 近畿中国四国農業研究センターの生産力検定試験区 (2001年) において, 1区40株2反復で黄熟期に調査した。

第15表 「クサノホシ」の穂発芽性検定結果

品 種 名	穂発芽程度	判 定
クサノホシ	0.3	難
日 本 晴	6.4	中
ホシユタカ	2.6	やや難

注) 近畿中国四国農業研究センターでの慣行法による判定 (2000~2001年)。  
成熟期に穂を採取し, 28℃で湿潤を保った状態で7日後の穂発芽程度を0(無)~10(甚)の11段階で評価。

第16表 「クサノホシ」の転び型倒伏抵抗性検定試験成績

品 種 名	1996年			1999年			2000年			総 合 判 定
	出穂期 (月日)	稈長 (cm)	倒伏 (0-5)	出穂期 (月日)	稈長 (cm)	倒伏 (0-5)	出穂期 (月日)	稈長 (cm)	倒伏 (0-5)	
クサノホシ	8.20	99	3.4	8.19	103	3.8	8.17	86	0.8	やや強
日 本 晴	8.16	94	3.7	8.12	91	5.0	8.12	81	2.0	やや弱
ヒノヒカリ	8.18	91	2.5	8.17	88	1.5	8.17	83	1.8	中
どんとこい	8. 3	78	1.3	8. 4	93	3.8	7.31	76	1.0	中
関東PL11	9. 2	69	0.5	—	—	—	—	—	—	強

注1) 宮崎県総合農業試験場における試験成績。

2) 試験方法: ガラス室内にて催芽粉を条播し, 多肥栽培で出穂10日後に試験区3条のうち中央の1条を残して刈り取った。出穂40日後に転び型倒伏の程度を0(無)~5(完全倒伏)の6段階で2反復調査した。

## 5 飼料品質その他特性

「クサノホシ」の近赤外分析による可消化養分総量(TDN)含量の推定値は60%程度, 化学分析法による測定値は58%程度で, いずれも「日本晴」, 「ホシユタカ」と同等である。このため, 単位面積当たりのTDN収量は乾物収量が高い分「日本晴」, 「ホシユタカ」よりも多収である。可消化粗蛋白質(DCP)についても「日本晴」と大差はみられない(第17表)。新出<sup>3)</sup>は, サイレージに調整した「クサノホシ」の化学的組成を施肥水準を違えて品種

間差を調査しているが, 「ホシユタカ」, 「はまさり」等と比較して総繊維(OCW), 高消化性繊維(Oa), 粗灰分, 粗蛋白質, 可消化養分総量等において大きな差は認められなかった。また, 「クサノホシ」を刈り取り時期を違えてWCSを調整し, 濃厚飼料を加えた混合飼料として乳牛に給与した結果, イネの子実排泄率は, 糊熟期で22.9%, 黄熟期で43.4%, 完熟期で46.7%と登熟が進むにつれて高くなることを示し, 今後のイネWCSの給与においては子実の排泄量の抑制が重要であると報告している。

第17表 「クサノホシ」のTDN,DCP

品 種 名	年 次	施 肥 水 準	成 分 含 有 率 ( 乾 物 , % )			
			黄 熟 期		完 熟 期	
			TDN	DCP	TDN	DCP
クサノホシ			—	—	62.7	4.9
日 本 晴	1999	標 肥	—	—	62.9	5.0
アケノホシ			—	—	62.9	4.6
クサノホシ			—	—	58.5	2.5
日 本 晴	2000	標 肥	—	—	61.1	3.2
ホシユタカ			—	—	58.6	2.2
クサノホシ			57.4	—	58.2	—
日 本 晴	2001	多 肥	58.5	—	58.5	—
ホシユタカ			58.2	—	—	—
クサノホシ			58.5	—	59.1	—
日 本 晴	2001	極 多 肥	58.1	—	58.6	—
ホシユタカ			58.4	—	—	—

注) 1999年及び2000年は埼玉県畜産センターによる近赤外分析, 2001年は畜産草地研究所による化学分析による。  
TDN:可消化養分総量, DCP:可消化粗蛋白。TDNの推定は, 小川の推定式による。いずれも育成地の生産力検定試験の材料を用いた。

第18表 「クサノホシ」の外観品質調査成績<sup>1)</sup>

品 種 名	色 沢	光 沢	心 白	腹 白	乳 白	茶 米	胴 割	品 質 <sup>2)</sup>	玄米千粒重 (g)
クサノホシ	中	やや否~中	小~中	中	中	微	微	6.8	24.3
日 本 晴	中	中	微~少	少	少	微~少	極微~微	5.6	20.4
ホシユタカ	中	中~やや良	無~極微	極微	無~極微	極微	極微	4.1	17.6

注1) 近畿中国四国農業研究センターでの1993~2001年の平均値。

2) 品質: 1 (極良) ~ 9 (極不良) の9段階評価。

第19表 「クサノホシ」の食味試験成績

品 種 名	外 観	香 気	粘 り	味	か た さ	総 合	試 験 日 時	パネラー数
クサノホシ	-1.25	-0.33	0.33	-0.33	0.17	-1.25		
日 本 晴 (比較)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1994.12.20	12名
コシヒカリ	0.75	-0.25	1.33	0.58	0.33	1.08		
クサノホシ	-0.38	—	0.50	-0.50	0.19	-0.69		
日 本 晴 (比較)	0.00	—	0.00	0.00	0.00	0.00	2000. 3. 7	16名
ヒノヒカリ (比較)	2.00	—	2.00	2.00	2.00	2.00		

注1) 近畿中国四国農業研究センターによる成績。1994年は5点法で, 2000年は10点法で実施した。

2) 各項目-3 (かなり不良) ~ +3 (かなり良い), かたさは-3 (かなり硬い) ~ +3 (かなり柔い)。



## 6 品質・食味

「クサノホシ」の玄米は「日本晴」よりも心白、腹白、乳白粒の発生が多く、玄米光沢も劣り、外観品質は「日本晴」よりも明らかに劣る。玄米千粒重は約24gとやや重い（第18表）。食味は外観や味が不良で総合評価は「日本晴」よりも劣る（第19表）。

## IV 栽培適地及び栽培上の留意点

### 1 栽培適地

「クサノホシ」はその出穂特性から関東以西の地帯に広く適するものと考えられる。なお、2002年4月現在、「クサノホシ」は鳥取県において飼料作物として奨励品種に指定されている。

### 2 栽培上の留意点

「クサノホシ」の栽培にあたっては以下の点に注意する。

- 1) いもち病の抵抗性遺伝子 *Pita-2* ならびに *Pib* を持っており、圃場抵抗性程度が不明であるため、変異菌の出現による抵抗性反応の変化に充分注意する必要がある。白葉枯病抵抗性についても同様である。
- 2) WCSとして利用する際には、品質低下を防ぐため黄熟期を中心とした適期収穫に努める。
- 3) ニカメイチュウに弱いいため、発生が見られた場合には防除に努める。
- 4) 耐倒伏性は比較的強いが、極端な多肥条件はさける。

## V 命名の由来及び育成従事者

### 1 命名の由来

緑の生き生きとした茎葉をもつ極多収のWCS用品種として広く作付けされるよう願いを込めて命名した。漢字で表現する必要がある場合には「草の星」を用いる。

### 2 育成従事者

「クサノホシ」の育成従事者を第20表に示した。

## VI 摘 要

「クサノホシ」は長程の極多収系統「多収系175」を母、極穂重型の極多収品種「アケノホシ」を父とする後代より選抜・育成されたホールクロップサイレージ（WCS）用の水稻品種である。1987年に中国農業試験場において交配を行い、F<sub>3</sub>での個体選抜以降は系統育種法に準じて育成を進めてきた。1995年以降は「中国147号」と付名し、地域適応性や飼料適性が検討されてきた。2002年に水稻農林380号として農林登録され、「クサノホシ」と命名された。この品種の特徴は以下の通りである。

- 1 出穂期は「日本晴」より13日程度遅く、「ホシユタカ」より3日程度早く、育成地では晩生に当たる。稈長は「日本晴」や「ホシユタカ」より長い。草型は極穂重型である。強稈で耐倒伏性は「日本晴」よりもやや強い。
- 2 収量性は高く、育成地の普通期移植栽培では「日本晴」よりも全重収量で20%程度、玄米収量で25%程度多収である。また、「ホシユタカ」に比較しても全重収量、玄米収量がともに高い。乾田直播栽培においても「日本晴」、「ホシユタカ」より多収である。
- 3 いもち病真性抵抗性遺伝子は *Pita-2* と *Pib* を持つと推定され、圃場抵抗性は葉いもち、穂いもちともに不明である。白葉枯病抵抗性は3レース（I、II、III）に対して強い抵抗性を示す。縞葉枯病には抵抗性であり、穂発芽性は難である。ニカメイチュウによる被害は「ホシユタカ」よりも多い。
- 4 近赤外分析によるTDN含量は60%程度であり、「日本晴」、「ホシユタカ」と同等であるが、単位面積当たりのTDN収量は乾物収量が高い分「日本晴」、「ホシユタカ」より多収である。
- 5 玄米は心白、腹白、乳白粒の発生が多く、外観品質は「日本晴」よりも劣る。玄米千粒重は約24gとやや重い。食味は外観や味が不良で総合評価は「日本晴」よりも劣る。
- 6 以上の多収性、直播適性、耐病性、飼料適性等の特性から、「クサノホシ」はWCSでの飼料利用に適すると考えられる。

第20表 「クサノホシ」の育成従事者

年次 世代	1987 交配	'88 F <sub>1</sub>	'89 F <sub>2</sub>	'90 F <sub>3</sub>	'91 F <sub>4</sub>	'92 F <sub>5</sub>	'93 F <sub>6</sub>	'94 F <sub>7</sub>	'95 F <sub>8</sub>	'96 F <sub>9</sub>	'97 F <sub>10</sub>	'98 F <sub>11</sub>	'99 F <sub>12</sub>	'00 F <sub>13</sub>	'01
春原 嘉弘															○ 4月
飯田 修一								○ 4月							
前田 英郎								○ 10月							
松下 景															
根本 博											○ 4月				
石井 卓朗					○ 10月								○ 10月		
吉田 泰二										○ 10月		○ 3月			
中川 宣興			○ 4月							○ 9月					
坂井 真	○								○ 4月						
星野 孝文	○		○ 2月												
岡本 正弘	○														○ 3月
篠田 治躬	○				○ 3月										

引用文献

- 1) 庭山 孝・鈴木計司・戸倉一泰・矢ヶ崎健治・森田久也・塩原比佐雄・長谷川英世・田村真実・峯岸直子 1988. 水稻新品種「くさなみ」「はまさり」の育成. 埼玉県農業試験場研究報告43：1-18.
- 2) 小川増弘 2001. 飼料イネ研究の取り組みと技術開発状況. 農業技術56(10)：433-438.
- 3) 新出昭吾 2002. 飼料専用稲の収穫, 調整, 利用技術. 近畿中国四国地域農林水産業研究成果発表会発表要旨：18-34.
- 4) 篠田治躬・鳥山國士・藤井啓史・柴田和博・山本隆一・関沢邦雄・小川紹文・岡本正弘・山田利昭 1989. 多収性水稻新品種「アケノホシ」の育成 中国農試報4：13-27.
- 5) 篠田治躬・岡本正弘・星野孝文・坂井 真・柴田和博・藤井啓史・鳥山國士・山田利昭・小川紹文・関沢邦雄・山本隆一 1990. 多収性水稻新品種「ホシユタカ」の育成 中国農試報6：135-148.
- 6) 鷺尾 養・江塚昭典・鳥山國士・桜井義郎 1968. イネ縞葉枯病抵抗性の簡易検定法ならびに抵抗性品種の育成に関する研究 中国農試報 A16：39-197.

## A New Rice Cultivar for Whole Crop Silage, "Kusanohoshi"

Yoshihiro SUNOHARA, Shuichi IDA, Hideo MAEDA, Kei MATSUSHITA, Hiroshi NEMOTO\*, Takuro ISHII\*\*,  
 Taiji YOSHIDA\*\*\*, Nobuoki NAKAGAWA\*\*\*\*\*, Makoto SAKAI\*\*\*\*, Takafumi HASHINO\*\*\*\*\*  
 Masahiro OKAMOTO\*\*\*\*\* and Harumi SHINODA\*\*\*\*\*

### Summary

We developed a lowland rice cultivar, "Kusanohoshi", at National Agricultural Research Center for Western Region in 2002. We selected this cultivar from a cross between Tashukei 175 and Akenohoshi. Akenohoshi is a high yielding cultivar with numerous setting of grain per each panicle and Tashukei 175 is a high yielding breeding line of long culm and good plant stature.

Crossing was carried out in 1987 and the promising progeny line was named as Chugoku 147 at F<sub>8</sub> generation in 1995. Chugoku 147 had been subjected to local adaptability tests and feed tests for livestock since 1996. Chugoku 147 was recognized to be suitable for whole crop silage from its yielding, and feeding value. It was officially registered as Paddy rice Norin No.380 and named Kusanohoshi by the Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries (MAFF) in 2002. The main characteristics of Kusanohoshi are as follows;

1. Heading date of Kusanohoshi is 13 days later than that of Nipponbare. Its maturity is classified into late maturity in the plain area along Seto Inland Sea. Its lengths of culm and panicle are longer than those of Nipponbare. The panicle number per unit area is less than that of Nipponbare, and the plant type is super-heavy panicle type. The culm is thick and hard. Shattering habit is hard.
2. Its yielding abilities as whole crop and as grain under transplanting cultivation are about 20% and 30% superior to those of Nipponbare, respectively. Under direct seeding cultivation tests, its yielding ability is superior to that of Nipponbare.
3. Kusanohoshi seems to be possessed of the true resistance genes *Pita-2* and *Pib* for blast disease. Its field resistance for leaf blast and for panicle blast are unknown. The resistance level to bacterial leaf blight is high and Kusanohoshi is resistant to rice stripe disease. The lodging resistance of Kusanohoshi is superior to Nipponbare.
4. Total digestible nutrients (TDN) content per dry matter weight of Kusanohoshi is about 60% by near-infrared spectroscopic analysis, it is similar to that of Nipponbare. As its higher whole crop yield, the TDN yield per unit area (TDN content × whole crop yield) of Kusanohoshi is superior to that of Nipponbare.
5. Its appearance grade of brown rice is inferior to that of Nipponbare and eating quality of Kusanohoshi is also inferior to that of Nipponbare.

---

Department of crop breeding

\* National Institute of Crop Science

\*\* National Institute of Agrobiological Resources

\*\*\* National Agricultural Research Center for Tohoku Region

\*\*\*\* Aomori Prefectural Agricultural Experiment Station, Fujisaka Branch

\*\*\*\*\* Satake Corporation

\*\*\*\*\* National Agricultural Research Center for Kyushu Okinawa Region

\*\*\*\*\* Ex-Chugoku National Agricultural Experiment Station



「ヒノヒカリ」

「クサノホシ」

写真1 「クサノホシ」立毛草姿



「クサノホシ」 「日本晴」 「ホシユタカ」

写真2 「クサノホシ」の個体草姿



写真3 「クサノホシ」(下)と「日本晴」(上)の穂



「クサノホシ」 「ホシユタカ」 「日本晴」

写真4 「クサノホシ」の粳と玄米