

東北地域畑作の目指すべき方向と技術開発の展望

渡 邊 好 昭
(東北農業試験場)

Future Prospect of Field Crops and Its Technical Problems in Tohoku.

Yoshiaki WATANABE

(Tohoku National Agricultural Experiment Station)

1. はじめに

東北地域畑作の目指すべき方向と技術開発の展望という大きな表題となったが、問題が大きすぎて、とても全体について論じることはできない。ここでは栽培分野から見た一つの切り口を示す。具体的には、畑作物の栽培の減少要因を整理し、その減少要因を取り除いて、畑作を維持、拡大するにはどうしたら良いかを考える。その中で、特に品質の問題と環境保全型農業の問題について整理し、残された問題、解決すべき問題を明確にすることで技術開発の方向を示したい。

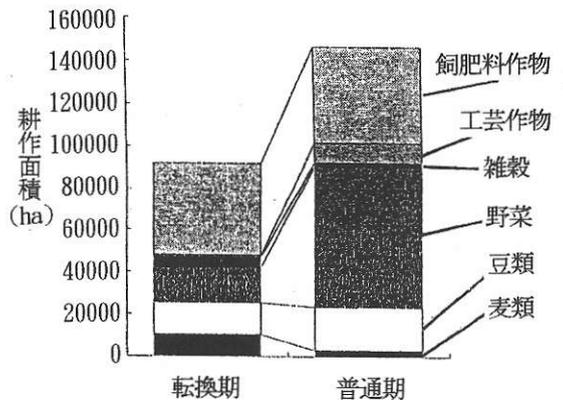


図-1 東北の農作物栽培面積
(平成4年度東北農業情勢報告)

2. 東北地域畑作の減少とその要因

東北地域の畑作は、平成5年度には 293,700 haであり、そのうち普通畑が 146,000haである。また、転換畑が82,200haあり、合計すると水稻栽培面積の42%程度の面積がある。それぞれの作物の栽培面積を図-1に示した。都府県のデータと比較すると飼肥料作物の比率が高い特徴がある。転換畑では麦類の占める割合が普通畑より多く、逆に普通畑では野菜の占める割合が

多い。農業生産数量は日本全体として昭和60年頃をピークに減少傾向にあり、東北地域の畑作においても、この傾向は強く表れている。畑作物の作付面積もまた減少傾向にある。昭和62年を100として畑作物の栽培面積の推移を見ると増加したのはナタネだけで、他の畑作物はここ数年の減少が著しい(図-2)。転換畑での減少がやや急激であるが、これには転作率の緩和が関係しているものと考えられる。

上記のような畑作の減少傾向の原因として考えられる要因を表-1に示した。労働力の減少すなわち就農者の高齢化、担い手の不足と価格の低迷、それに伴う意欲の低下が考えられる。また、農業の外側からの要因として、自然環境の悪化と、逆に農業が環境を汚染することで作付を制限される要因が考えられる。自然環境の悪化は、外部からによるものだけではなく、連作障害等の農業の内側からの問題もある。これらの要因は単独に起こる訳ではなく、相互に関連しあっているものと考えられる。

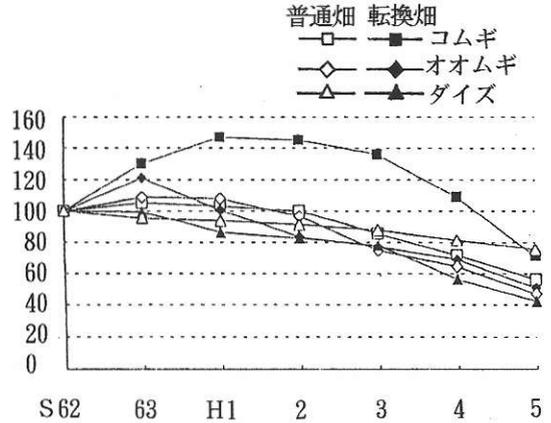


図-2 作物別の作付面積の推移

(62年を100とする, 作物統計)

3. 畑作拡大の方策

畑作を増やすためには、前記の減少要因を取り除けば良いことになる。畑作拡大の方策として、理論的に可能なことを表-2に示した。ここでは大きく2つに分けて考える。1つは農業としての価値を得ること、もう1つは農産物以外の価値を得ることである。農業としての価値を得るとは、すなわち儲かって、産業として成り立つことであり、産業として成立すれば後継者も増加することが期待できる。その儲かるための方策としては、①価格を引き上げること、②収量を増加させること、③コストを削減することが考えられる。①価格は、現在でも国際的に見ると高い水準にあり、供給過剰である農産物の価格上昇の可能性は少ない。価格を引き上げるためには付加価値をつけること、品質を向上させることが必要になってくる。この高品質化が一つの方策になるものと考えられる。②収量は技術的にはすでに高い水準にある。実際には一部で捨て作

表-1 畑作減少の要因

労働力の不足	高齢化, 担い手不足
価格の低迷	輸入農産物との格差
生産意欲の低下	価格の低迷,
	農業以外の就労機会の増加
	転作面積の緩和(転換畑)
自然環境の悪化	大気, 水, 土壌,
	連作障害
自然環境の汚染	農薬, 肥料, 家畜排泄物
	(農業が加害者)

表-2 畑作拡大の方策

儲かるための方策	(儲かれば担い手も増える)
価格の引き上げ	高品質化, 高付加価値化
コストの削減	規模拡大
	投入エネルギー, 資材, 労働の削減
収量の増加	
他の作物との結合	作付体系
加工, 観光との結合	
農産物以外の価値を生み出す方策	
環境保全	
生産基盤の保全(食糧安保)	
文化の継承	

りが行われており、基本技術の励行が唱えられていることから、平均収量は上がる余地がある。しかし、これまで高収量を中心に品種開発や栽培研究が進められてきたことからすると、現在以上の多収品種や栽培法を開発するには長い時間が必要になる。③コスト低減の方策として規模拡大と、投入する労働力、エネルギー、資材の抑制が考えられる。規模拡大は担い手の減少によって比較的早期に実現する可能性があるものの、中山間地では規模の拡大が必ずしもコスト低減につながらない。また、新たな基盤整備や機械、施設の投入が必要になった場合、低コストにならない場合も考えられる。一方、低投入によるコスト削減は、今後十分に検討する価値があるものと考えられる。今まで収量を中心に考えてきたので、たとえ減収しても投入コストを低減し、収益を増やそうという技術については、十分な検討が行われてはいない。例えば、不耕起栽培について、耕耘作業を省略することによる減収量と、投入エネルギー、労働力の削減による生産費の低減の収支がどのようになるのか、さらに、不耕起に伴う雑草や病虫害、土壌生物相の変化等、長期的な検討を試みる価値がある。

1つの作物だけでなく、他の作物との結合、加工、観光との結合等も考えられる。東北では今後土地利用型の野菜の栽培面積が増加することが予想されていることから、野菜－畑作物の作付体系が拡大して、高収益性作物との作付体系によって収益を確保できる可能性がある。一方、加工、観光との結合は付加価値をつける意味で高品質化に結びついているとともに、農閑期の余剰労働力を利用する方法といえる。これらは一村一品運動等に見られるように、地域の特性を十分に生かしたものであることが生き残

りの1つの戦略である。

生産物以外の価値、ここでは社会的な価値を見いだして畑作を継続することも考えられる。つまり、社会的にプラスの面を見だし、儲からなくても畑作を継続していく。具体的には環境や食糧安保の面から生産基盤、あるいは食文化やさまざまな農耕のための技術等を守るために畑作を継続することが考えられる。

環境を守る面から環境保全機能について整理がなされている⁵⁾。具体的には、①水かん養機能、②洪水防止機能、③水質浄化機能、④土砂崩壊機能、⑤土壌浸食防止機能、⑥汚染物浄化機能、⑦生物相保全機能、⑧大気保全機能、⑨保健休養機能がある。特に、水田にはこれらの機能が備わっていると言われるが、畑地もある程度は機能している事が報告されている。多くの機能は耕作放棄をすれば低下するが、草地や林地でも同様の機能を果たしており、どうしても畑作でなければならないという機能は少ないので、環境保全機能が積極的な畑作拡大にはつながらない。

収益性を無視して畑作を継続するには何らかの外からの援助が必要となるが、そこに税金を投入する場合には社会的なコンセンサスが必要となる。畑作の環境保全機能を積極的に評価することも重要であるが、やはり、農業が産業として成立するための最大限の努力をした上でなければ、これらの価値をいくら主張しても社会的なコンセンサスは得られない。産業として最大限の努力をし、それでも足りない部分について補填されることになろう。その際に、農業が環境汚染の原因となっていないことは、いわば前提条件である。しかし、現実には施肥による地下水の硝酸汚染が引き起こされている。この実態と対策については、環境保全型農業と関連

させて後述する。

環境保全機能や低投入型の農業の推進、そして環境汚染対策の解決のための方策として「環境保全型農業の確立」がある。この環境保全型農業は単に環境保全機能に限定される言葉ではない。農水省としては「環境保全型農業」を「適切な農業生産活動を通じて、国土、環境保全に資する観点から、農業の有する物質循環機能等を生かし、生産性の向上をはかりつつ環境への負荷の軽減に配慮した持続的な農業」と定義している。ここで、「生産性の向上を図る」という言葉が入っている点が重要で、収益性を悪化させないようにという姿勢が示されている。すなわち、産業としての農業が基本であることを示している。

これらの畑作の拡大方策のうち、特に重要と思われる『高品質化』と、環境保全に関連して『畑作による地下水の硝酸汚染』の問題、さら

に環境保全型農業の確立の一方法としての『作付体系』について考えてみる。

4. 農産物の高品質化

高品質化という言葉はいろいろなところで使用されているが、高品質とは何か、その品質とは何をさしているのかという点について明確にしておく必要がある。品質の構成要素⁷⁾を図-3に示した。第1に食品として基本的に安全で、栄養があることが掲げられる。これは食品として必須の要素であり、客観的に測定が可能な要素でもある。それぞれについてさらに細かい要素に分けられる。例えば、栄養素の中にはタンパク質、脂質、炭水化物と、さらにそれを構成するアミノ酸、糖等がある。また、安全性には残留する農薬等の合成物質や天然に含まれる毒素が含まれる。もう一方の機能的特性には嗜好特性と生体調節機能がある。嗜好特性は受け取

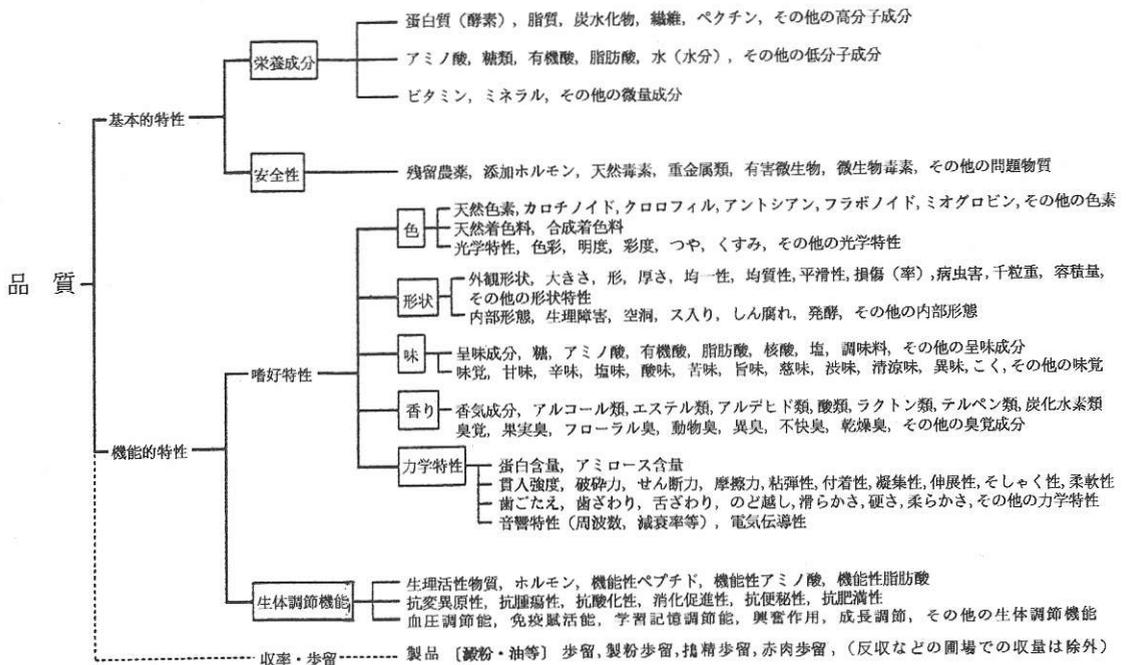


図-3 農産物の品質構成要素⁷⁾

る側で評価が違い、主観的な要素である。色、形、味、香り、歯触り、舌触り等の力学特性が含まれる。生体調節機能は生理活性物質、抗がん性や血圧調節機能等、プラスアルファの機能といえる。単に品質と言ってもこれだけたくさんの要素がある。一言で高品質と言ってもそれぞれの農産物によって、また、利用方法の違いによっても違って来る。従って、それぞれの農産物によって評価法も決めなければならないことになる。ここで新たに構築する評価法は、農産物が食品として基本的に備えていなければならない安全で栄養があり、おいしいという要件を評価できることが求められる。言い替えれば、農産物を食べる消費者にとって良い品質が評価できる評価法であり、流通や販売のためだけの評価法であってはならない。

品質の基準について、具体的に野菜を例に考えてみる。一般に野菜の品質は鮮度といわれるが、鮮度という具体的成分はなく、客観的な数字としてとらえることができない。現在の評価は主に色、外観等で行われているが、この評価法の合理性については問題がある。ブロッコリーについて検討した試験の結果¹⁴⁾ (図-4)では、現行の評価法である色、外観によるスコアは15℃の貯蔵条件では4日目から低下する。ハンター表色値や花蕾のクロロフィル含量も同様であるが、ブロッコリーの重要な栄養成分であるビタミンCはすでに2日目から減少している。消費者はブロッコリーに緑黄色野菜としてたくさんのビタミンCが含まれていることを期待しているので、外観が良くてもビタミンCが低いということでは許されない。そこで、ビタミンCを評価指標に加える必要がある。ビタミンCを評価指標に加えることで真に良いものが分かって来る。図-5に夏場にいろいろな産地

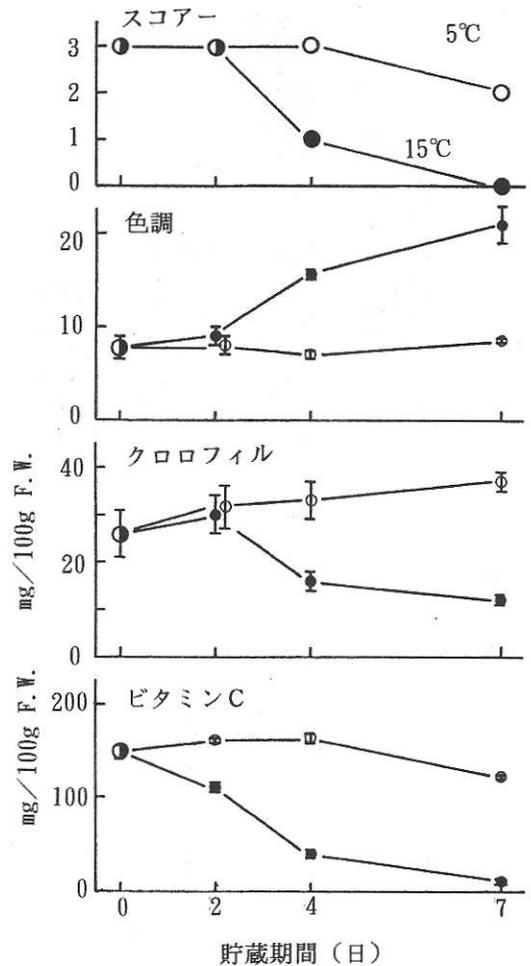


図-4 ブロッコリーの品質の変化

から東京築地市場にきたブロッコリーを分析した結果⁹⁾を示す。長野県産のブロッコリーは前日収穫されたもので、氷詰めで送られたものは高いビタミンC含量を示している。北海道産は冷凍車で運搬されていると思われるが、2、3日かかっており、すこし低下している。一方、アメリカ産のブロッコリーは低温で運搬されてきたものの、船で2、3週間かかっており、外観はよかったがビタミンC含量は一番低い。消費者にとっても重要な成分であるビタミンCを評価指標に加えることで、合理的な差別化を

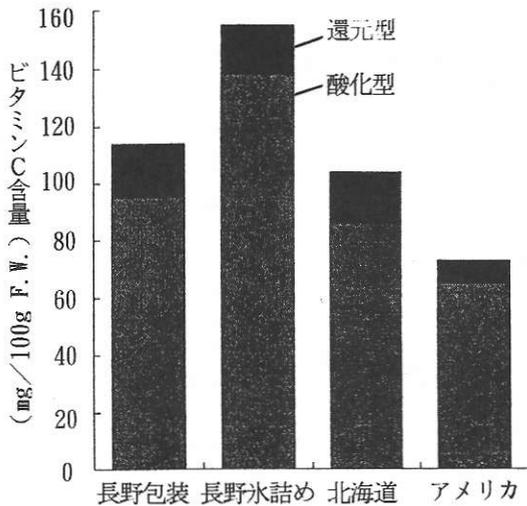


図-5 市場で購入したブロッコリーのビタミンC含量⁹⁾

行うことができる。また、国産でも収穫後の扱いや日数によって差ができてくる。合理的な評価法によって鮮度保持技術も評価できるようになり、本当に良いものを消費者に届けることが可能になる。

畑作物の場合には品質の評価は野菜のように単純にはいかない。コムギにしてもダイズにしても、消費者に収穫物がそのまま渡るわけではなく、加工されてから渡ることになるためである。ダイズの場合、国産ダイズの主要な用途は豆腐、納豆、煮豆、味噌、醤油等であるが、それぞれの用途での高品質をもたらす原料ダイズの品質が客観的に判定される必要がある。例えば納豆用として小粒ダイズが評価されており、標準よりも2割ほど高い値段で買い上げてもらえると聞いた。しかし、納豆はダイズの粒が小さければそれだけで良いというものではない。外観、色調、蒸煮特性や脂肪、糖含量が納豆品質と関係することが知られているが、いかにして納豆に向くダイズを生産するかといった栽培方法については検討がなされていない。実需者

は、ロットが大きく、品質のばらつきがないことが第1条件であるという。これでは、価格の安い外国産と勝負するのは難しい。本当においしい納豆を作るための原料ダイズの品質基準とそれを生産するための栽培方法を明らかにすることで、国産のメリットを明確にしていくことが必要である。

安全性も品質の大きな要素であり、特に、消費者には残留農薬に対する危惧があって、農産物の安全性は大きなニーズとなっている。しかし、現在日本で使用が許可されている農薬については、使用基準さえ守られていれば、普通の人が通常考えられる量を食べる限り安全である。むしろ、農産物に本来含まれている成分のほうが危険性が高いとする指摘もある¹⁰⁾。安全性は使用基準が守られているという前提で保証されているが、使用基準が守られていることは保証されていない。この点について問題は残されたままである。また、安全性が保証されているからといって、どんどん農薬を使用することを推奨するわけではない。農薬使用量を減らす努力は必要である。実際に、無あるいは低農薬、化学肥料で栽培された農産物に対するニーズは高いので、それに対応した農産物は高品質な農産物といえる。また、環境に対する負荷を低減する意味でも、投入する資材を減らして低コスト化を図る意味でも農薬、化学肥料の使用量を制限した栽培の研究は重要であろう。

5. 畑作による地下水の硝酸汚染

実際に畑作では水源や井戸水の硝酸汚染の原因になっている。硝酸は体内で亜硝酸に変わり、メトヘモグロビン血症、別名ブルーベビー症候群を引き起こし、ヨーロッパで大問題になった¹⁾。日本でも、化学肥料の多投が井戸水の硝

表-3 土地利用形態と地下水の硝酸態窒素濃度¹⁾³⁾

土地利用形態 または作物	NO ₃ -N (mg/l)		対象地域	文 献
	範 囲	平 均		
1. 水田	0.0 ~16.0	2.2	国内各地	初倉 (1990)
畑	0.1 ~45.2	11.0		
樹園地	0.9 ~24.8	10.6		
施設園芸	0.1 ~77.4	16.0		
畜産	0.0 ~13.1	5.5		
2. 林地 (7地点)	0.03~ 0.72		国内各地	藤井 (1990)
水田 (16地点)	0.33~ 1.64			
樹園地 (5地点)	3.81~27.93			
草地 (22地点)	0.05~ 1.93			
3. 畑作地帯		11.47	山口県	浮田ら (1991)
水田地帯		2.80		
市街地		4.12		
山林		0.33		
4. 普通作 ¹⁾		2.2	茨城県	小川 (1991)
普通作 ²⁾		10.9		
野菜作 ³⁾		19.7		
5. 多種複合栽培 (4地区)	15~26		米国 (ジョージア州)	川西ら (1991)
家畜ふん尿浸透 場 (5地区)	21.1 ~51.0			
森林 (2地区)	0.17~ 0.40			

¹⁾ 昭和42年開墾. ²⁾ 古くからの普通作地帯. ³⁾ 豚ふん施用有り.

酸汚染を引き起こしていることが報告されている¹³⁾。表-3から畑地や樹園地で地下水から高い硝酸濃度が検出されていることがわかる。基準値は 10mg/L (亜硝酸性窒素及び硝酸性窒素) 以下であるが、それをはるかに超える濃度が検出されている。畑作では水田に比べて肥料を多投することから、その肥料が溶脱して地下

水の汚染を引き起こしていることが想像される。

地下水の硝酸汚染問題を解決した各務原市の対応は注目に値する⁴⁾。各務原市では井戸水を飲料水に利用してきたが、特産のニンジンの栽培が盛んになるとともに、一部で硝酸汚染が発生した。井戸水の硝酸濃度の変化がニンジンの施肥時期と一致しており、ニンジンに対する施肥

が原因であることが明らかになった。主要な作物であったニンジンの栽培をやめることなく、いかに、地下水汚染の拡大を抑え、硝酸態窒素濃度を減らしていくか、栽培分野からのアプローチがなされている^{2, 3)}。まず、基本的な戦略が図-6に示されている。化学肥料使用量の抑制による減肥という目標の達成のために、有機物の多投、施肥法の改善、作付・栽植様式の改善という3つの方法をとる。さらに、長期的には汚染された地下水の農業用水への利用や、品種の育成まで考えられる。最初に最も効果の早く現れるであろう施肥法の改善から行われている。まず、施肥窒素の利用率が確かめられたが、元肥の利用率が極めて低く、この点を改善する必要があることが分かった。改善方法として、①元肥重点型の従来の施肥法を追肥重点型に変える、②被覆肥料を利用する、③側条施肥ということが考えられるが、その①、②について検討された結果、大きく収量を減らすことなく、従来の施肥法にみられた元肥施用時の硝酸態窒素濃度の上昇を減らすことに成功している。

ここでは地下水汚染が引き金となって、それを防ぐために、結果的に本来の農業の持つ環境保全機能を保って、生産を続けるという正に環境保全型農業が実践されているわけである。ここで汚染の原因となった元肥の低利用率の問題は、地下水汚染が現れていない所でも起きている可能性があり、低コスト化のためにも改善の必要がある。従来からの技術として元肥中心の施肥が行われてきているが、常識の様に行われる技術が果たして現在のニーズにあっているのかチェックする必要があるが出てきている。つまり、生産性を中心と考えられてきた技術について、環境保全型農業に適合する様に検討し直して、再構築する必要がある。

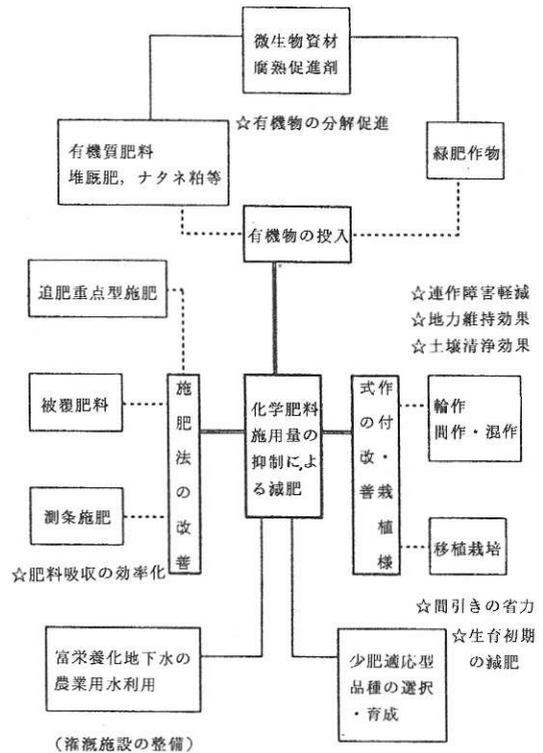


図-6 過剰施肥対策としての施肥改善技術³⁾

6. 作付体系

環境保全型農業の実現のために、単作物の連作ではなく、複数の作物を組み合わせた合理的な作付体系が不可欠である。前述の野菜の過剰施肥対策として、輪作や間作、混作といった作付体系が掲げられている。アメリカの進めているLISA (Low Input Sustainable Agriculture)においても、条播作物と豆科牧草との輪作が具体的方策に取り込まれている。また、採算があうようにする方策の一つとして、高収益性作物との作付体系を提案した。しかし、合理的な作付体系の究明はまだ十分に行われている

とは言えない。

作付体系研究というと、事例的研究の積み重ねにならざるを得ない面があった。高収益作物と畑作物の作付体系についても、過去に検討され、野菜、畑作物双方にプラスの効果が出る事例が集まっている。例えば、ニンジンの収量に及ぼす前作物の影響をみた試験⁶⁾では、ニンジン連作に比べバレイショ等の後作で増収しており、M規格以上についてみるとスイートコーン後で増加している(図-7)。逆に、野菜の後に作った畑作物が増収するケース(図-8)もある。しかし、これがどうして起こるのかという原因の究明はなされていない。そのために、どのような条件で増収効果が現れるのかというような問題にはまったく回答が出せないのが現状である。この点に関して、農業研究センターの山田は、作付体系に導入する作物を客観的に判定できるシステムとして一つの例を報告している¹⁵⁾。これは暖地におけるサトイモに対する輪作組み合わせ作物の評価法で、サトイモの連作障害の要因となるミナミネグサレセンチュウの密度を指標としている⁸⁾。センチュウ密度と収量の関係から、サトイモを栽培するためには作付前に5頭程度に密度を下げておくことが望まれる(図-9)。そのために導入する作物の種類と年数等の作付体系を決定する必要がある。図-10は各作物の栽培前のセンチュウ密度と栽培後センチュウ密度を示しており、作物によってある一定の線に乗ってくるのがわかる。例えばセンチュウ抑制効果の著しいマリーゴールドは前年のセンチュウ密度が1000頭以上でも栽培後に10頭以下に減少させ、逆にセンチュウを増殖させてしまう作物では前年が1、2頭でも栽培後に50頭以上に増やしてしまう。この図からサトイモの作付体系を考える場合、サトイモの作付後に1000頭のセンチュウがいたとしても、

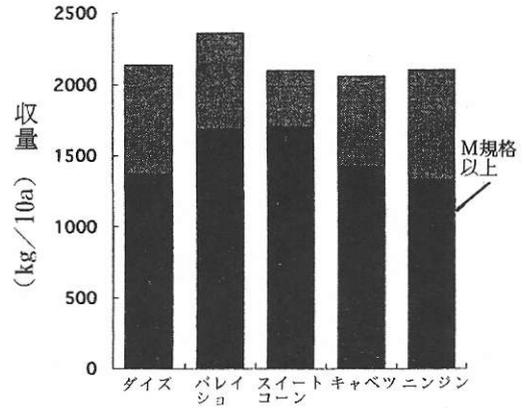


図-7 ニンジンの収量に及ぼす前作物の影響⁶⁾

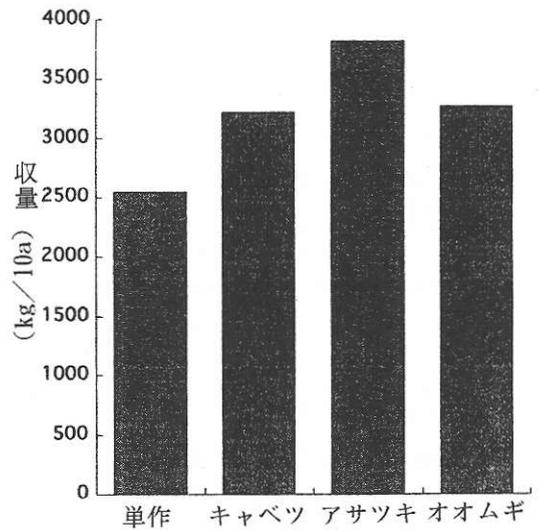


図-8 作付体系によるジャガイモ収量の差異

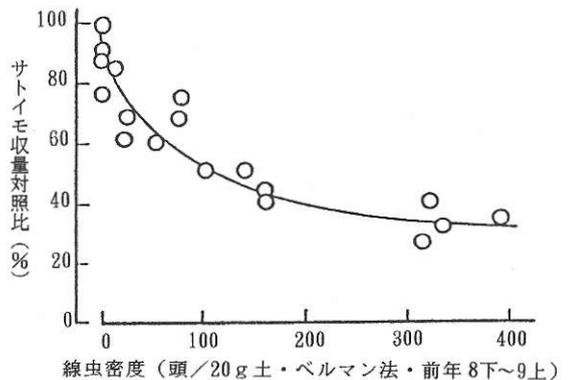


図-9 サトイモ収量とミナミネグサレセンチュウ密度⁸⁾

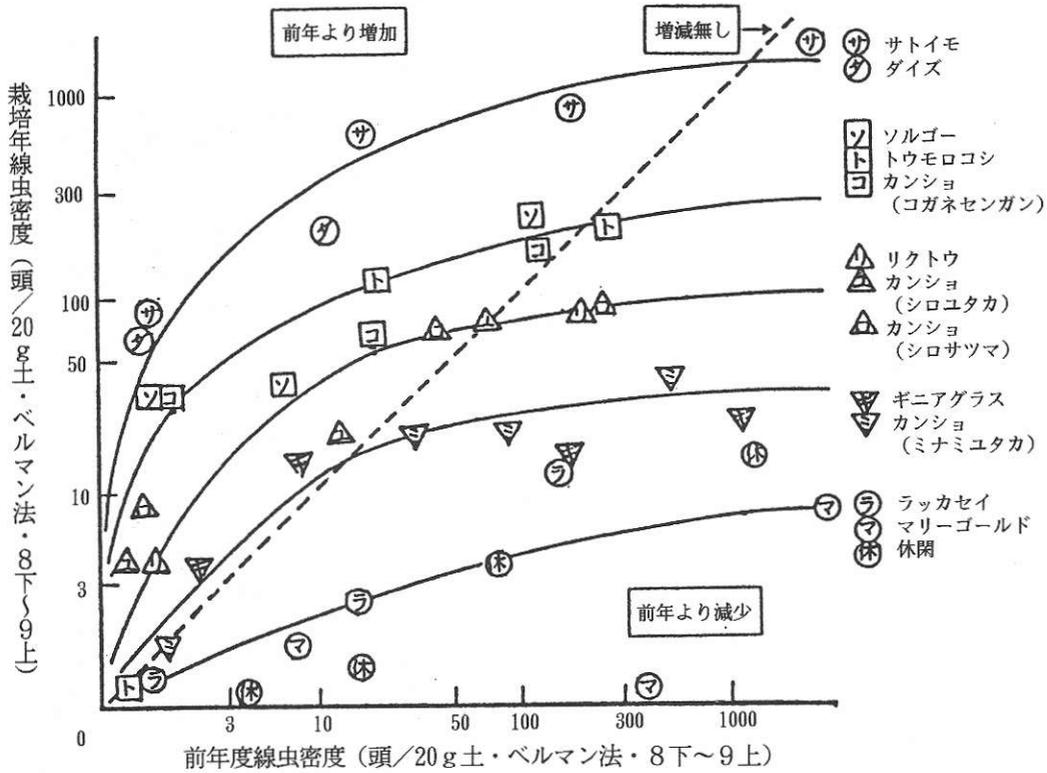


図-10 作物栽培によるミナミネグサレセンチュウ密度の増減⁸⁾

3年輪作を想定すれば、カンショ（ミナミユタカ）で1000頭から30頭程度に落とし、次の年にラッカセイで30頭から2頭程度に減少させ、3年目にはミナミネグサレセンチュウの被害なしにサトイモを栽培することができる。これを2年輪作でサトイモの後にラッカセイを作付ると、1000頭から8頭程度までしか減少せず、次のサトイモはセンチュウの被害を受けることがわかる。このように、センチュウ抑制作物を作付体系に導入する際に、定量的に評価できる評価法が有効になることが示されている。このような定量的な評価法が合理的な作付体系の確立には不可欠である。連作障害の原因はセンチュウだけでなく、病気や土壌成分等多くの要因が関係しており、さらに条件によって複雑に変化するので多くの要因を取り込む必要があるが、評価法

の開発が作付体系研究を推進する上での鍵になるものと考えられる。

7. まとめ

畑作の目指すべき方向として、高品質化と環境保全型農業の確立という2点が重要だと論じてきた。この2つは、むしろ畑作だけに限らず農業全体にいえることではあるが、特に厳しい条件にある畑作では重要になる。

高品質化については、ポストハーベスト分野の研究だけでなくプレハーベスト分野からのアプローチが開始されたばかりの状況であるが、栽培分野も積極的に品質問題に取り組む必要がある。その際に、品質とは単なる差別化の道具ではなくて、消費者にとっての高品質であることが必要であり、そのためにまず客観的な品質

測定法を確立する必要がある。その上に立って高品質化を実現するための品種育成、栽培法や収穫後の乾燥、調整、加工等の研究を推進していくことが必要と考える。

環境保全型農業の確立は現農政の主要な柱であるが、特に畑作に特有の問題として、化学肥料による水源の硝酸汚染の問題がある。そして、硝酸汚染の解決策としても、さらに環境保全型農業の確立にも作付体系の確立が必須である。作付体系研究を単なる事例の積み重ねにせず、

客観性、普遍性を持たせるには作付体系を評価する方法の確立が必要になってくる。

双方とも評価法の確立が必要であるという結論に達した。評価法が確立され、データを客観的に取り扱うことができれば、多くの試験結果を一元的に整理することが可能になる。そこからデータベース化も可能になり、研究が大きく進歩して、農業の新たな展開方向が開けてくることが期待できると考える。

引用文献

- 1) 早瀬達郎. 1993. 米国・ECにおける地下水硝酸汚染の現状. 農及園 68: 544-548.
- 2) 堀内孝次, 市東豊弘, 船坂隼三, 山田雅英, 田中雄三. 1994. 作物栽培における窒素の過剰施肥問題と施肥改善技術に関する研究
1. ニンジンの窒素利用率と土壤中の窒素動態. 日作紀. 63別号 1: 76-77.
- 3) ———, ———, ———, ———, ———. 1994. 作物栽培における窒素の過剰施肥問題と施肥改善技術に関する研究
2. 減肥技術としての追肥重点型施肥と被覆肥料施用—ニンジン作—. 日作紀. 63別号 1: 78-79.
- 4) 各務原地下水研究会. 1994. よみがえる地下水—各務原市の闘い—. 京都自然史研究所. p. 311.
- 5) 陽 捷行. 1993. 農業生態系の環境保全機能. —総論—. 農業技術. 48: 26-29.
- 6) 中村正輝, 菅原和仁, 吉田功三, 阿部 隆, 中谷房治, 藤沢 修, 白木正範. 1984. 野菜及び一般畑作物の組合せによる合理的作付方式 第1報 短根ニンジン栽培における前作物の影響. 東北農業研究. 35: 265-266.
- 7) 農業研究センター. 1993. 品質研究の検討と整理. p. 91.
- 8) 農業研究センター. 1987. 研究成果情報総合農業.
- 9) 農業研究センタープロジェクト研究第4チーム. 1993. 総合農業試験研究成績・計画概要集.
- 10) 田村真八郎. 1994. 食品・化学物質・安全性食料・農業政策研究センター編 食品・農産物の安全性. 農山漁村文化協会. p. 211.
- 11) 東北農政局. 1993. 東北農業情勢報告.
- 12) 統計情報部. 1994. 平成4年度作物統計.
- 13) 鶴巻道二. 1992. 浅層地下水の硝酸態窒素. 地下水学会誌. 34: 153-162.
- 14) 渡邊好昭, 荒木陽一, 佐藤和憲, 石谷孝祐. 1994. ブロッコリーの品質評価指標. 農業研究センター報告. 印刷中.
- 15) 山田 盾. 1992. 土地利用型野菜生産の導入技術と展開方向. 農業技術, 47: 439-443.