

研究資料

寒冷地における生産現場でのダイズ低収要因の解析

高橋 智紀^{*1)}・持田 秀之^{*1)}・榊原 充隆^{*2)}・森本 晶^{*3)}
小林 浩幸^{*4)}・相場 聡^{*3)}

抄 録：東北地域の多くの地域では、近年、ダイズ収量の低下傾向が認められる。そこで、現地調査およびアンケート調査を通じて、栽培管理・土壌管理・雑草害・病虫害の面から低収に関わる要因を解析した。アンケート調査によると、圃場ベースで55%において収量の低下が感じられており、これらの圃場では最大繁茂期の繁茂や子実の充実も悪くなる傾向だった。現地調査の結果からも低収圃場での莢数および百粒重の不足が裏付けられた。土壌管理の面からは暗渠の有無、肥培管理や酸度矯正等の肥沃度管理、作土深などが収量に関与する形質として抽出された。雑草害は収量低下の直接の原因ではないようであったが、生産者からは問題視され、難防除雑草の増加と適期防除の不徹底が雑草繁茂の原因であると考察された。抵抗性を持たない品種が連作されている圃場の一部ではシストセンチュウの卵密度が高まる傾向があり、収量低下への影響が強く示唆された。

キーワード：ダイズ、生産現場、収量、土壌、病害、虫害、雑草害

Investigation of the Factors Reducing Soybean Productivity in the Tohoku Region of Japan : Tomoki TAKAHASHI^{*1)}, Hideyuki MOCHIDA^{*1)}, Mitsutaka SAKAKIBARA^{*2)}, Sho MORIMOTO^{*3)}, Hiroyuki KOBAYASHI^{*4)} and Satoshi AIBA^{*3)}

Abstract : Soybean yields have recently been decreasing in many parts of the Tohoku region. Factors causing this low productivity were analyzed by a field investigation and questionnaire survey about management of crops, soil, weeds, plant diseases, and insects. According to the results of the questionnaire, growers recognized yield declines in 55% of their fields and suggest that issues with grain filling and vegetation biomass may be associated with this decrease. Our field investigation also showed that both grain filling and ripened pod number are low in fields with low productivity. The construction of underdrains, soil management including the application of the major elements or liming, and adequate depth of the plow layer were identified as factors to address to increase soybean yield. Although 45% of growers noted that weed damage had recently worsened, the fields where weed damage was pointed out were not low-productivity fields. Serious weed damage is probably due to a lack of herbicide application at the optimum time or to an increase in difficult-to-control weeds. A high population of soybean cyst nematodes was observed in field where resistant cultivars were not planted continuously. The yield of soybean decreased in these fields.

Key Words : Soybean yield, on-farm investigation, soil, plant disease injury, insect injury, weed loss

* 1) 農研機構東北農業研究センター (NARO Tohoku Agricultural Research Center, Shimofurumichi, Yotsuya, Daisen, Akita 014-0102, Japan)

* 2) 農研機構東北農業研究センター (NARO Tohoku Agricultural Research Center, Akahira, Shimokuriyagawa, Morioka, Iwate 020-0198, Japan)

* 3) 農研機構北海道農業研究センター (NARO Hokkaido Agricultural Research Center, Hitsujigaoka, Toyohira, Sapporo, Hokkaido 062-8555, Japan)

* 4) 農研機構東北農業研究センター (NARO Tohoku Agricultural Research Center, Harajukuminami, Arai, Fukushima, Fukushima 960-2156, Japan)

I はじめに

東北地域は、南北に長く、奥羽山脈を境に気象条件や土壌条件が大きく異なる。気象条件は、日本海側と太平洋側、さらに、南北でも際だった差が存在する。ダイズの生育もそうした条件に影響を受けており、地帯によってダイズ生産の特徴は異なっている。図1にダイズ生育期間中の平均気温、日照時間について特徴を持つ地帯区分を行った結果を示した(高橋ら 1990)。この結果によると、東北地域は、高温多照で平均気温、日照時間の変動が小さい日本

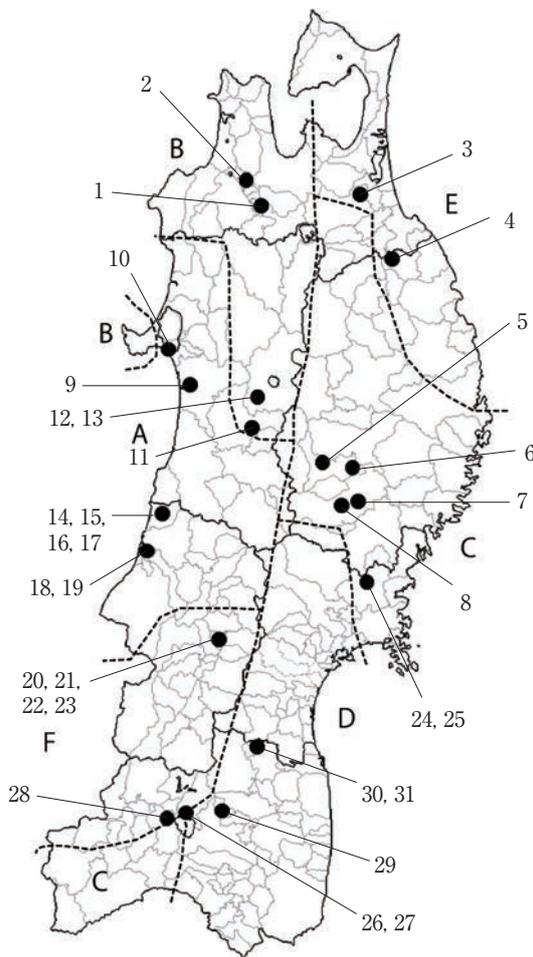


図1 ダイズ生育期間中の気象要素による地帯区分と調査地点

注. ●と数字は調査地点の位置および ID 番号を意味する。またアルファベットは気象要素による地帯区分を、点線はおおよその境界を示す。地帯区分の名称は以下のとおり。A：日本海側中南部、B：日本海側北部、C：太平洋側中部、D：太平洋側南部、E：太平洋側北部、F：内陸地域。詳細に関しては高橋ら(1990)を参照。

海側中南部地域 (A)、低温多照の日本海側北部地域 (B)、気温は平均的で、少照の太平洋側中部地域 (C)、高温少照の太平洋側南部地域 (D)、低温少照の太平洋側北部地域 (E)、日照時間は平均的で高温の内陸地域 (F) の6地帯に分けることができる。概ね、日本海側と太平洋側は日照時間の多少で、南北は気温の高低で区分できる。

こうした気象要素の地帯区分に基づいて1969年以降10年ごとの平均単収とその変動を表1に示した(持田 2009)。この表によると、1979年以降の日本海側および内陸地域の単収は、1978年以前に比べて著しく増加しており、特に高温多照に恵まれた日本海側中南部地域では29%の増加に達している。一方、少照条件の太平洋側の各地域では、1980、1983、1988年の冷害年にみられるように気象変動が大きいため単収の増加が認められず、変動係数が大きくなる傾向を示している。東北地域におけるダイズの多収は、生育期間の気象要素、とりわけ、7～8月の高温および多照と密接に結びついているため、この時期の気象の特徴が単収を決定づける支配要因となっている(異儀田・国分 1987)。

東北地域における田作ダイズの収量は、2002年と2004年を除けば、畑作に比べて一貫して高くなっている(図2)。特に、単収が増加している日本海側中南部の秋田県では、水田作付率が岩手県、福島県に比べて、1976年から1980年までの短期間に顕著に増加し、大豆作付面積の70%を超えるまでになっており、それ以降も高く推移している。水田転換畑では、畑地に比べて地力が高く、しかも用水が得やすいためダイズの生産性が高いとされてきたことから(松村 2004)、高い水田作付率が日本海側中南部におけるダイズの多収を支えたと言える。

1999年以降の10年間では、日本海側の単収が減少し、その変動は増加している。このことは、この間、長雨、台風などの気象災害が頻発しており、圃場の冠水や滞水の影響が水田作付率の高い日本海側中南部でより大きく現れたためである。また、近年、田畑輪換の繰り返しの中で水田におけるダイズの作付割合が高まっており、転換畑における地力が低下してきたこともその一因と言える(住田ら 2005)。

この間、ダイズ作付面積に占める田作の割合は、東北地域全体で90% (2010年現在) に達しており、排水不良水田への作付けが増加し、湿害の発生割合

表1 ダイズの単収とその変動の推移

地帯区分	1969～1978年		1979～1988年		1989～1998年		1999～2008年	
	単収 (kg/10a)	変動係数 (%)	単収 (kg/10a)	変動係数 (%)	単収 (kg/10a)	変動係数 (%)	単収 (kg/10a)	変動係数 (%)
日本海側 中南部	135	10.6	186	12.4	182	10.7	162	28.4
日本海側 北部	130	5.6	151	15.7	159	11.2	144	16.8
太平洋側 中部	121	12.5	129	16.5	131	13.9	138	10.2
太平洋側 南部	114	8.3	122	15.2	124	12.4	128	10.0
太平洋側 北部	129	13.3	136	25.9	149	20.9	133	21.3
内陸地域	129	9.7	154	9.7	152	9.1	157	16.0

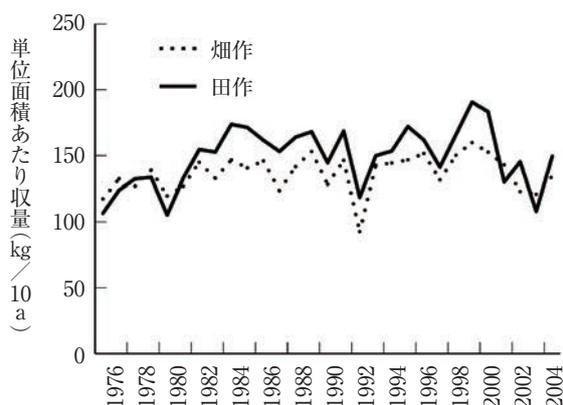


図2 田作と畑作におけるダイズ単収の推移（東北地方）（農林水産省「大豆に関する資料」各年版より作成）

も大きくなっている。暗渠、明渠の施工など排水対策が積極的に取り組まれ、湿害回避のために耕耘同時畝立て栽培、有芯部分耕栽培、小畦立て栽培など大豆300A技術の現地への導入が進むなど、苗立ちの安定化は一定程度進んだが、必ずしも収量向上には結びついていないのが現状である。

本資料では、現地調査を通じて、収量の停滞もしくは低下が発生した圃場と発生しなかった圃場の技術的特徴を把握するとともに、栽培管理、土壌管理、雑草害、病虫害の面から低収に関わる要因を明らかにすることを目的とする。また、低収回避のための技術改善の方向性を提示する。

なお、データの収集にあたっては、地方独立行政法人青森県産業技術センター農林総合研究所 西澤登志樹作物部長、岩手県二戸農業改良普及センター 工藤佳徳普及員、岩手県中央農業改良普及センター 荻内謙吾主査、秋田県秋田地域振興局農業振興普及課 沼澤和紀主査、秋田県仙北地域振興局農業振興普及課 須田康主査、山形県酒田農業技術普及課 中場理恵子主任専門普及指導員、山形県西村山農業

技術普及課 原田博行主任専門普及指導員、宮城県登米農業改良普及センター 高橋浩明技術次長、福島県会津農林事務所 小森秀雄主査、福島県北農林事務所 山田康平技師、同事務所 矢吹勝利主査のご協力をいただいた。またアンケートの調査項目は農研機構中央農業総合研究センター 島田信二上席研究員に作成していただいた（所属はすべて当時）。ここに記して厚くお礼申し上げます。

（持田秀之）

II 調査の方法

1. 調査地域の選定

2012年のダイズの収穫時期に、生産者が作付するダイズ圃場において栽培管理、土壌管理、雑草害および病虫害関係の調査を行った。東北地域のダイズ生産の地帯区分（高橋ら 1990）が網羅されるよう調査地域を選定し、さらにそれぞれの地域において高収量を得ている圃場とそうでない低収圃場との比較ができるように留意した（図1）。各調査項目と試料数の関係を表2に示した。

（持田秀之）

2. アンケート調査

生育収量、土壌調査を行った圃場を管理するすべての生産者を対象に生産組織の概要および調査圃場の栽培管理に関するアンケート調査を行った。また山形県についてはこの他に収量性の変動に特徴のある3生産者にもアンケート調査を実施した。アンケートの詳細は付録3に示した。

（持田秀之）

3. 生育収量および品質調査

2.25m²の面積のダイズを3反復でサンプリングし、収量および収量構成要素の調査を行った。子実収量は15%水分換算値で表示した。品質成分として粗タンパク、粗脂肪、全糖の各成分の含有率を近赤

表2 調査の規模と概要

項目	試料数	概要
アンケート調査 (経営体)	13 (回収率59%)	経営におけるダイズの位置づけ
アンケート調査 (圃場)	20	生育・収量の傾向、耕種概要、生育概況
ダイズ生育収量調査 [†] 、筆	33	収量構成要素、品質
土壌調査、筆	31	暗渠・明渠の有無、根域の厚さ、土壌硬度、化学性
雑草調査、筆 (山形県のみ)	10	植生調査
シストセンチュウ調査、筆 (宮城県および山形県、福島県の一部のみ)	14	卵密度
立枯性病害調査	適時	達観による被害調査

[†]2.25㎡の3反復、収量は15%水分換算値
IDとの対応については付録2表1を参照。

外分光分析法 (機種: FOSS Infratec1241、検量線: SO128111) にて分析するとともに、被害粒として紫斑粒、裂皮粒、虫喰粒の調査を行った。調査地点の選定時の情報をもとに低収圃場と高収圃場に分け、統計的解析を行った。統計解析にあたっては品種による差は考慮せず、同一の母集団に所属すると仮定した。

(持田秀之)

4. 土壌調査

ダイズ採取地点において3点法により作土を採取し、化学性の調査として北海道立農業試験場・北海道農政部農業改良課 (1992) の方法で一般的な化学性の分析を行った (詳しくは付録2表3参照)。土壌の物理性に関する調査としてダイズ採取地点において株直下の深さ30cm程度の土壌断面を調査し、土壌硬度 (山中式硬度計による貫入抵抗値)、根量、 α - α' ジピリジル反応を調べた。土壌調査ハンドブック (日本ペドロロジー学会 1997) による記載で根量が「なし (N)」となる深さを根域の下限として土壌表面からの根域の厚さを求めた。また、アンケートおよび圃場での観察から暗渠、明渠の有無を調査した。

(高橋智紀)

5. 雑草調査

アンケート対象圃場のうち、山形県内の10圃場を対象として、ダイズの生育期間中にコドラート法により雑草植生の調査を行った。すなわち、条にそって2m、2条分を1枠とし、無作為に選んだ5枠を調査対象として出現全草種を記録するとともに被度と草高を調べた。被度と草高を乗じた値 (乗算優占度) を当該草種の雑草量とし、5枠の平均値をその

圃場の値とした。

(小林浩幸)

6. 病害虫調査

調査圃場において病害および虫害の達観調査を行った。また、宮城県、山形県、福島県の一部の圃場について、土壌よりシストふるい分け流し法によってダイズシストセンチュウのシストを分離し、内部の卵を計数してシストセンチュウ卵密度を調査した。

(榊原充隆・森本 晶・相場 聡)

なお、1~6のすべての調査項目について得られた個別データは付録2に示した。収量低下要因を広く解析するという本調査の目的から、統計処理においては両側検定により危険率10%を有意水準と設定した。

Ⅲ アンケートからみたダイズ作の実態

アンケート結果によると、調査対象圃場の55%において「収量が悪くなった」あるいは「著しく悪くなった」という回答が得られた。そこで、Kendallの順位相関係数を用い、収量の変化傾向と一致する因子の抽出を試みた。その結果、出芽、苗立ち、初期生育、最大繁茂期の繁茂の大きさ、莢付き、粒の肥大、成熟のばらつき、湿害について収量変化傾向と一致する傾向が有意にみられた (表3)。収量が低下している圃場では生育全般が悪化している傾向がうかがえたが、特に悪くなったという回答割合が高いのは最大繁茂期の繁茂の大きさと粒の肥大であった。一方、落葉の早さ、干ばつ、虫害、病害、雑草害に関しては収量低下傾向との間に有意な一致は認められなかった。ただし、生産者の45%は雑草害がひどくなったと回答しており、収量の傾向との関係はないものの雑草害が問題視されていることが示された。

ダイズの作付面積については62%の生産者が「増えた」と回答した（表4）。その反面、農作業・作業適期のいずれについても「手をかけられなくなった」とする生産者は少数であったことから、耕作面積の大規模化が収量低下の要因だという認識はないと考えられた。

以上のように、生産者の所感から収量低下傾向を解析したところ、収量低下圃では生育全般の低下傾向が認識され、特に最大繁茂期の繁茂の大きさと粒の肥大が悪くなったという結果が得られた。また、

病虫害・雑草害と収量低減の間には有意な相関はなく、耕作面積の大規模化が収量低下をもたらした可能性についても積極的に支持するデータは得られなかった。

（高橋智紀）

IV ダイズの収量特性

1. 生育特性

各地域のダイズの生育特性を表5に示した。主茎長は、有意水準1%で高収圃場>低収圃場となり、

表3 アンケート調査による収量に係る各因子の変化の傾向および収量低下傾向との相関†

因子	悪くなったとした回答割合 (%)	収量低下との順位相関係数
出芽	0	0.53*
苗立ち	10	0.68**
初期生育	20	0.65**
最大繁期の繁茂の大きさ	40	0.79**
莢付き	25	0.58**
粒の肥大	50	0.79**
葉の落ち	25	0.02
成熟のばらつき	15	0.61**
湿害	30	0.38 ⁺
干ばつ	23	0.23
虫害	5	0.15
病害	5	0.32
雑草害	45	0.30

† Kendall の順位相関係数の結果。+、*、**はそれぞれ10、5、1%以下の水準で有意であることを示す。標本数は20。

表4 作業に関するアンケート結果

対象	選択項目	回答割合 (%)
面積	増えた	62
	変化なし	23
	減った	15
農作業	昔より手をかけるようになった	58
	変化なし	25
	昔より手をかけられなくなった	17
作業適期	昔より適期に実施するようになった	46
	変化なし	46
	昔より適期に実施できなくなった	8
中耕培土	あり	95
	なし	5
畝間灌水	あり	0
	なし	100

表5 現地調査圃場におけるダイズの生育特性†

県名	ID	圃場の分類	主茎長 (cm)	茎太 (mm)	節数(/ 個体)		分枝数 (本/個体)
					主茎	分枝	
青森	1	低	49.6	6.7	15.2	21.5	3.8
	2	高	73.4	8.1	17.2	14.8	2.3
	3	高	60.6	8.1	15.3	22.8	3.3
岩手	4	高	68.1	9.0	14.5	35.2	6.0
	5	低	46.1	5.4	12.8	13.0	3.0
	6	高	62.0	9.2	15.0	26.2	4.0
	7	低	53.0	7.1	14.3	12.5	2.7
	8	低	44.6	8.1	14.2	28.2	4.8
秋田	10	低	56.2	9.8	15.0	12.3	2.5
	9	高	65.7	8.6	15.7	26.7	4.7
	12	低	61.6	9.4	16.0	24.7	4.0
	11	高	76.0	9.5	16.7	18.3	4.0
宮城	24	高	91.4	13.8	18.8	63.0	6.7
	25	低	71.0	9.9	16.0	25.8	3.8
山形	21	高	62.7	11.0	14.8	22.0	3.8
	20	低	80.1	10.4	16.8	23.3	3.8
	22	低	69.7	10.3	15.3	22.8	4.7
	23	高	50.1	10.2	15.3	16.5	3.8
	32	-	63.7	8.1	15.6	-	3.0
	33	-	89.5	8.7	17.0	-	3.7
	34	-	56.7	8.2	14.2	-	4.7
	35	-	64.1	8.7	16.3	-	3.8
	14	低	40.7	6.0	13.0	-	3.8
	16	高	65.0	7.9	15.0	-	3.4
福島	17	高	71.0	11.8	15.8	-	4.0
	18	高	75.4	8.3	15.4	-	2.4
	19	低	53.9	7.9	14.8	-	2.2
	27	低	45.2	8.3	14.7	22.2	4.0
	26	高	74.2	9.6	16.7	26.7	3.7
	28	低	60.3	8.0	16.7	22.0	4.0
	29	高	49.4	7.3	13.3	18.0	3.8
	30	高	45.2	6.3	13.7	16.0	3.7
	31	低	48.6	6.6	13.7	18.2	4.3
		低収圃場	50.9	8.1	14.9	20.5	3.7
	高収圃場	67.3	9.1	15.6	25.5	3.9	
	t 検定‡	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	

† 収量の高低に関する情報が事前に得られなかった ID32～35は集計から除外した。

‡ **は1%水準で有意。

茎太、主茎節数、分枝節数、分枝数では、高収圃場>低収圃場の傾向がみられるに留まった。茎太と主茎節数は、青森県津軽地域、岩手県内陸部では高収圃場>低収圃場は明確だったが、秋田県仙北地域、福島県国見地域のようにほとんど差がない地域もみられた。一方で、分枝節数と分枝数は、高収圃場<低収圃場の地域もみられ、一定の傾向は見いだせなかった。

2. 収量および収量構成要素

各地域のダイズの収量および収量構成要素を表6に示した。低収圃場と高収圃場を比較してみると、低収に対する寄与度が大きいのはどの構成要素とは特定できなかったが、減収の程度が大きい地域では、莢数、百粒重がともに減少していた。また、すべての調査地点を対象に収量と莢数および茎重との相関を取ったところ、いずれの形質と収量との間に正の相関関係が認められ、莢数、茎重が多いほど、

表6 現地調査圃場におけるダイズの収量および収量構成要素[†]

県名	ID	圃場の分類	莢数 (/m ²)	一莢粒数	百粒重 (g)	粒茎比	茎重 (g/m ²)	収量 (g/m ²)
青森	1	低	406	1.82	23.7	3.25	54.2	176
	2	高	424	1.76	27.9	1.81	115.4	209
	3	高	505	1.63	24.1	2.59	77.0	199
岩手	4	高	456	2.12	16.4	1.80	88.1	159
	5	低	235	2.18	17.2	2.65	33.2	88
	6	高	406	1.90	27.8	3.07	71.0	218
	7	低	328	1.62	25.1	2.55	52.7	134
	8	低	282	2.04	15.6	1.33	68.6	91
秋田	10	低	388	1.72	29.2	2.39	82.0	196
	9	高	560	1.80	35.1	3.24	109.4	354
	12	低	463	1.74	27.1	2.79	78.2	218
	11	高	538	1.76	32.8	2.70	114.8	310
宮城	24	高	521	1.93	35.4	1.60	223.1	356
	25	低	292	1.97	34.6	1.74	116.4	203
山形	21	高	423	1.86	35.8	2.10	134.0	282
	20	低	553	1.96	25.4	1.73	157.4	273
	22	低	390	1.91	39.1	2.26	128.9	291
	23	高	294	2.08	33.3	2.91	71.6	208
	32	-	927	1.53	28.9	-	-	426
	33	-	948	1.33	31.1	-	-	374
	34	-	868	1.50	27.7	-	-	374
	35	-	673	1.69	25.6	-	-	303
	14	低	511	1.34	23.0	-	-	163
	16	高	837	1.43	31.8	-	-	398
福島	17	高	659	1.42	31.4	-	-	303
	18	高	660	1.76	28.7	-	-	349
	19	低	583	1.48	29.1	-	-	260
	27	低	391	2.04	29.9	3.36	69.9	235
	26	高	486	2.04	32.9	2.37	138.3	327
	28	低	317	1.79	23.8	1.35	96.6	130
	29	高	406	2.06	35.7	4.41	67.9	299
	30	高	389	1.99	32.5	4.46	56.6	253
	31	低	317	2.09	29.2	2.92	66.2	193
			低収圃場	390	1.84	26.6	2.36	83.7
		高収圃場	504	1.84	30.8	2.76	105.6	282
		t検定 [‡]	*	n.s.	+	n.s.	n.s.	**

[†] 収量の高低に関する情報が事前に得られなかったID32~35は集計から除外した。

[‡] +は10%水準、*は1%水準、**は5%水準で有意。

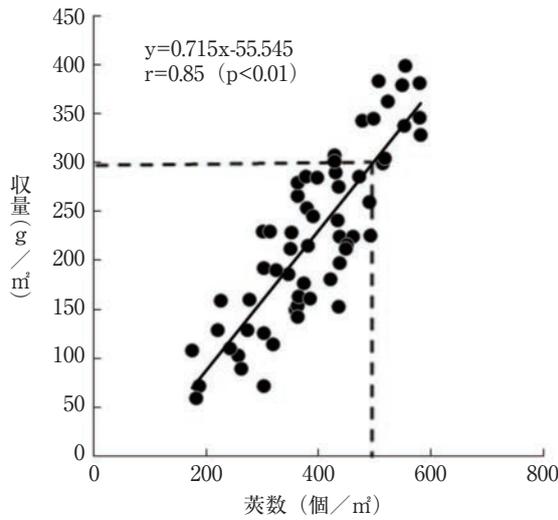


図3 現地調査圃場におけるダイズの莢数と収量の関係

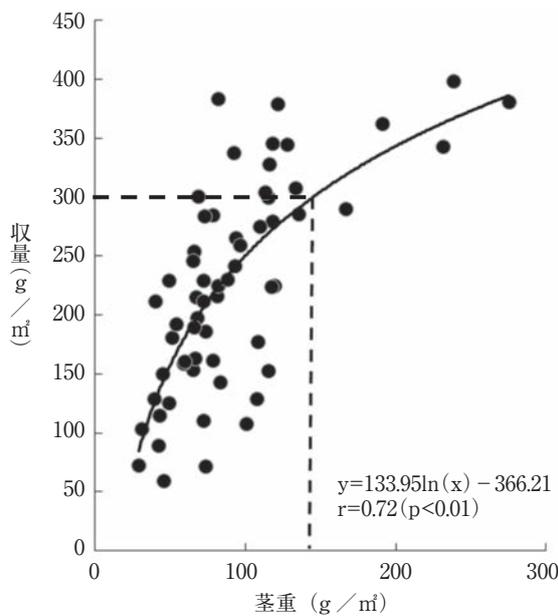


図4 現地調査圃場におけるダイズの莖重と収量の関係

収量は高くなることがわかった(図3、4)。収量と収量構成要素との関係式から試算してみると、収量300g/m²を得るためには、莢数は497個/m²、莖重では145g/m²が必要となる。さらに、高収圃場と低収圃場について収量構成要素を比較検討したところ、莢数は有意水準5%で、百粒重は有意水準10%で、高収圃場>低収圃場であった。低収圃場では、生育が不良となり、それが莢数や百粒重の低下をも

表7 現地調査圃場におけるダイズの被害粒率

県名	ID	圃場の分類	被害粒数率(%)			
			紫斑粒	裂皮粒	虫喰粒	
青森	1	低	0.0	5.2	1.3	
	2	高	0.0	4.5	1.0	
	3	高	0.0	14.2	3.8	
岩手	4	高	0.0	7.8	1.2	
	5	低	0.0	1.2	0.3	
	6	高	0.0	0.0	0.5	
	7	低	0.7	1.5	9.2	
	8	低	0.0	0.2	0.7	
秋田	10	低	0.5	1.3	0.8	
	9	高	1.5	3.5	3.3	
	12	低	2.5	0.7	1.8	
	11	高	0.0	6.2	1.0	
宮城	24	高	0.2	19.8	2.8	
	25	低	0.0	2.3	8.7	
山形	21	高	0.3	2.8	0.0	
	20	低	8.5	8.5	5.7	
	22	低	0.7	8.3	0.3	
	23	高	0.8	0.0	4.3	
福島	27	低	0.0	0.3	0.8	
	26	高	0.0	0.2	1.0	
	28	低	0.2	2.3	4.0	
	29	高	0.3	0.3	1.3	
	30	高	0.0	0.2	2.2	
	31	低	0.0	0.5	30.0	
	低収圃場			1.2	2.9	5.7
	高収圃場			0.2	4.6	1.8
t検定			n.s.	n.s.	n.s.	

たらし低収となったと言える。

3. 外観品質および内容成分

紫斑粒、裂皮粒、虫喰粒など被害粒数の割合には低収圃場と高収圃場との間に統計的な有意差はみられなかったが、高収圃場では、裂皮粒が多く、虫喰粒が少なくなる傾向を示した(表7)。その傾向は、宮城県で顕著で、減収には虫害が影響しているとみられる。一方、粗タンパク、粗脂肪、全糖など子実成分についても、低収圃場と高収圃場との間に統計的な有意差はみられず、低収条件でも子実成分が問題となることはないと言える(表8)。

(持田秀之)

V 土壌の化学性・物理性

1. 土壌の化学性とダイズの収量との関係

調査土壌の理化学性の分布を表9に示す。pHおよび塩基飽和度は地力増進基本指針での「水田における改善目標(土壌保全調査事業全国協議会 2003)」

表8 現地調査圃場におけるダイズの子実成分

県名	ID	圃場の分類	含有率(%DW)		
			粗蛋白	粗脂肪	全糖
岩手	5	低	41.3	22.6	21.5
	6	高	40.5	22.4	21.7
	7	低	36.8	23.4	22.9
	8	低	39.3	23.0	21.9
秋田	10	低	43.7	21.2	20.3
	9	高	44.7	20.0	20.2
	12	低	41.8	21.8	20.5
	11	高	40.7	21.5	21.4
宮城	24	高	43.0	20.1	21.9
	25	低	44.4	19.0	21.9
山形	21	高	45.5	20.3	19.4
	20	低	42.4	21.7	19.7
	22	低	44.7	20.7	19.7
	23	高	45.7	20.3	18.8
福島	27	低	42.7	20.7	21.3
	26	高	44.4	20.1	20.5
	28	低	45.1	19.8	21.2
	29	高	41.8	21.1	21.5
	30	高	43.7	19.8	22.1
	31	低	41.5	20.8	23.0
		低収圃場	42.2	21.3	21.3
		高収圃場	43.3	20.6	20.8
		t検定	n.s.	n.s.	n.s.

よりも低い傾向を示し、中央値は改善目標未満であった。アンケート調査において石灰系の土壌改良資材を施用していると回答した生産者の圃場では、そうでない生産者の圃場に比べ、交換性石灰、交換性苦土含量が有意に高い傾向がみられた（t検定で5%の水準で有意差あり）。土壌pHと石灰系資材の投入の有無の間には有意な関係は認められなかった。

土壌の各化学性項目を独立変数、ダイズ収量を従属変数とした回帰分析では収量との間に有意な相関が認められる項目はなかった。そこで、土壌以外の条件がダイズ収量に与える影響を排除するため、同一地域内で品種が等しい圃場を対とした解析を行った。この条件を満たし、対となる圃場として圃場ID（付録2表1を参照）9と10、11と12、14と16、18と19、26と27、30と31の6対を選び、収量の大小が各項目の大小と無関係であるという仮説に関して χ^2 乗検定をおこなった。その結果、対圃場のうち収量が高い方の圃場では全窒素含量が高いという関係が危険率5.2%水準で有意に認められた（表10）。また、有意水準をわずかに上回るが10.4%水準において、全炭素含量、熱水抽出性窒素量、有効態リン酸、交換性石灰、交換性苦土、ホウ酸含量、石灰/苦土比、石灰飽和度、塩基飽和度において関連性が認められた。以上の結果は肥培管理に関連する形質

表9 現地調査圃場における土壌の化学性および物理性

調査項目	単位	試料数	最小	第1四分位	中央値	第3四分位	最大	水田における改善目標
pH		31	5.0	5.4	5.6	6.0	7.1	6.0~6.5
有効態リン酸	mgP ₂ O ₅ /100g	31	8.4	15.3	22.5	30.3	61.3	10以上
交換性加里	mgK ₂ O/100g	31	11.9	16.5	31.2	45.9	102.7	
交換性苦土	mgMgO/100g	31	10.7	30.6	50.7	72.3	130.9	
交換性石灰	mgCaO/100g	31	68.1	189.6	296.5	416.3	525.8	
塩基飽和度	%	31	12.2	45.9	53.6	71.3	98.9	70-90%
銅		31	0.47	1.6	2.8	3.7	9.4	
亜鉛		31	1.52	3.0	4.8	5.9	21.5	
マンガン		31	10.82	27.5	49.6	150.0	315.1	
ほう素		31	0.57	0.7	0.9	1.1	2.2	
熱水抽出性窒素	mgN/100g	31	3.56	5.4	6.2	6.9	12.4	
りん酸吸収係数	mgP ₂ O ₅ /100g	31	456	679	867	1219	1630	
CEC		31	9.4	20.8	23.2	28.8	45.5	12（ただし中粗粒質では8）以上
T-C	%	31	1.05	1.9	2.5	3.4	8.5	1.16%
T-N	%	31	0.09	0.2	0.2	0.3	0.5	
根域の厚さ	cm	28	3	12.8	17.5	22.5	34	
根域の平均土壌硬度	mm	28	1.0	6.5	8.4	10.7	14.5	24mm以下
根域以深の土壌硬度	mm	22	11.7	15.3	17.3	18.7	23.7	14~24mm
暗渠施工後の年数		10	13	14	20	30	40	

表10 同一地域の2圃場を対とした場合の収量の高低と傾向が一致する形質

有意水準 (%)	形質
5.2	全窒素含量
10.4	全炭素含量、熱水抽出性窒素量、有効態リン酸、交換性石灰・苦土、ホウ酸含量、石灰/苦土比、石灰飽和度、塩基飽和度

が収量に影響を与えていることを示すものである。

2. 土壌および圃場の物理的環境とダイズの収量との関係

暗渠施工の有無とダイズとの収量の間をみると、暗渠施工圃場、未施工圃場のダイズ収量はそれぞれ264, 212 kg/10aとなり、t検定において10%水準で有意差が認められた。しかし、このような有意な関係は明渠の有無との間には認められなかった。暗渠施工後の年数の中央値は20年と長く（表9）、排水機能の経年劣化が懸念された。

根域の土壌硬度の中央値は8.4mm、また、根域直下の土壌硬度は12~24mmに分布した。調査圃場において測定した根域の厚さは作土深と培土高さの和であるため、厳密な比較はできないが、「水田における改善目標（土壌保全調査事業全国協議会2003）」における作土の土壌硬度は24mm以下、鋤床の土壌硬度は14~24mmとされており、調査圃場の土壌硬度はほぼ適性範囲にあると考えられた。

一方、根域の厚さに着目すると、中央値は17.5cmであり、最小値は3cmであった。また耕盤以深に根が伸張している圃場はわずかであった。根域の厚さと収量の間をみると、10%水準の相関が認められ、根域の厚さが30cmを越える2圃場においては収量が300kg/10aを超える等の興味深い結果がみられた（図5）。根域の厚さは圃場間の変異が大きいが、耕作面積が100haを越える2経営体においては根域の厚さが10cm以下であり（図6）、省力化などの理由による耕深あるいは培土高さの減少が暗示される結果であった。

3. 土壌管理に関するまとめ

ダイズ収量と暗渠施工の有無および根域の厚さの間に有意な相関が認められ、排水性や根張りが収量に寄与していることが示された。ただし、2012年度は梅雨期間の降水量が少なく、8、9月の降水量が少ない年であったため、平年時に比べ湿害の影響は

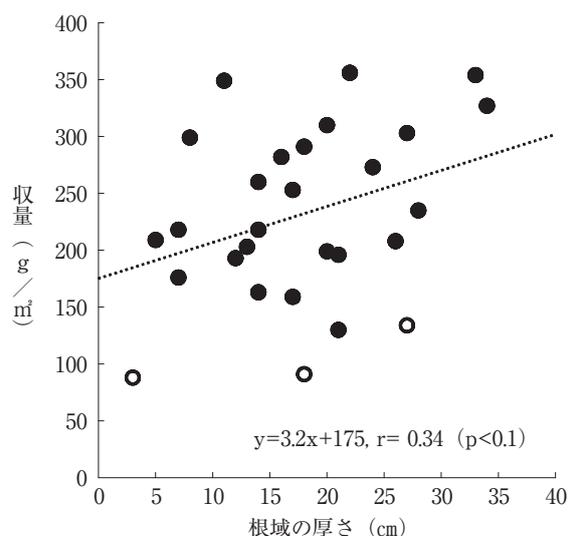


図5 収穫時期の根域の厚さとダイズ収量の関係
○は茎疫病の被害が甚大な圃場。図中の回帰直線式および相関係数はすべての試料を含んだ解析結果。

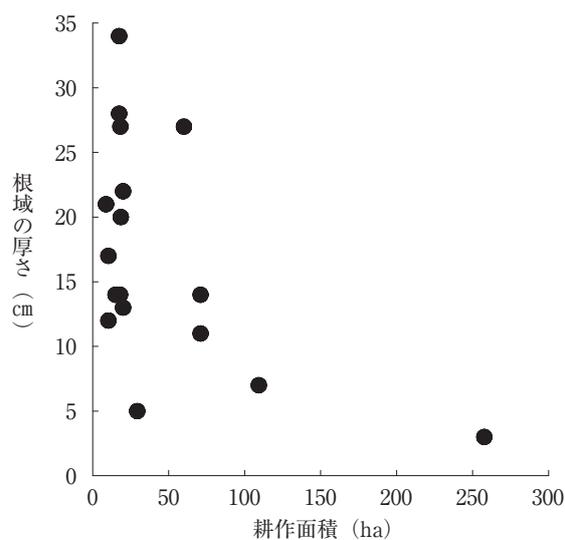


図6 生産者のダイズの耕作面積と収穫時期の根域の厚さの関係

根域の厚さは収穫期において培土から根域の下限までの厚さを示す。

小さく、干ばつの影響は大きく現れた年だと考えられる。土壌の化学性とダイズの収量の間には有意な相関は認められなかったが、品種および気候条件が同一な対圃場での比較では、全窒素含量（ $p=5.2\%$ ）と収量の傾向が有意に一致した。また全炭素含量、熱水抽出性窒素量、有効態リン酸、交換性石灰、交換性苦土、ホウ酸含量、石灰/苦土比、石灰飽和度、

表11 調査圃場の発生雑草量と優占草種

ID	雑草量 [†] の合計	雑草量の上位3種 (雑草量)		
14	33	ツユクサ (22)	スギナ (11)	イヌビエ (1)
15	121	ツユクサ (54)	ハルタデ (50)	スギナ (8)
16	262	イヌビエ (216)	ハルタデ (42)	オオイヌタデ (3)
17	2287	ツユクサ (931)	ホソアオゲイトウ (420)	シロザ (308)
18	146	オオイヌタデ (80)	ツユクサ (40)	イヌビエ (18)
19	56	ツユクサ (24)	オオイヌタデ (10)	イヌタデ (9)
21	181	イヌビエ (70)	タネツケバナ (37)	エノキグサ (22)
20	80	ツユクサ (61)	スギナ (11)	シロザ (4)
22	35	エノキグサ (14)	ヤナギタデ (7)	イヌタデ (6)
23	663	ツユクサ (352)	スカシタゴボウ (122)	シロザ (118)

[†]乗算優占度 ($\times 10^{-4} \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-2}$) = 被度 (%) \times 草高 (cm)。四捨五入のため、上位3種の雑草量の合計が雑草量の合計を上回っている場合がある。

塩基飽和度といった肥培管理に関する形質において有意水準をわずかに上回る $p=10.4\%$ で収量と一致する傾向が認められた。過半の圃場においてpH、塩基飽和度は改善目標を満たさない一方、石灰系資材の投入が行われている圃場では交換性石灰・苦土含量が有意に高いことが確認された。

(高橋智紀)

Ⅵ 雑草害

上述のとおり、アンケート調査では雑草害は調査対象の45%の圃場で「ひどくなった」とされ、他の生育阻害要因よりも問題視されやすい傾向が認められたが、こうした雑草害の認識と実際の収量低下には有意な相関が認められていない(表3)。雑草の繁茂は誰の目にも明らかで、農業者の感覚としても、管理が十分でない圃場の象徴であるように感じられることが、雑草害の認識と収量低下とのずれの一因である可能性がある。問題となっている具体的な草種としては、シロザ(4件;アカザを含む)、アメリカセンダングサ(3件)、スギナ、エノキグサ、タデ類、イヌホオズキ類、ノビエ類、スズメノテッポウ、ツユクサが挙げられた。これらはいずれもダイズ畑では一般的な草種だが、必ずしも一貫した生態的特性は認められない。特に回答の多かったシロザやアメリカセンダングサは残草すると大型化しやすい草種であり、繁茂すれば雑草害も大きい。回答では、そのような雑草害の大きさが考慮された可能性が考えられるが、圃場外からもよく目立つ草種が問題視されやすいのかもしれない。

アンケート対象圃場における雑草植生調査では出現頻度、雑草量ともに最も大きかったのはツユクサ

で、ほかにイヌビエやオオイヌタデ、エノキグサ、シロザ、スギナが目立った(表11)。ツユクサ、エノキグサ、シロザ、スギナは典型的な畑雑草で、いずれもダイズ用の除草剤が効きにくい草種である。ダイズの連作がこれらの繁茂を助長している可能性がある。一方、イヌビエやオオイヌタデは転作田で優占しやすく、ダイズ畑での防除は必ずしも困難ではないが、残草すると大型化しやすい。上述のアンケート調査によれば、土壌処理剤と茎葉処理剤、中耕培土による体系的な防除が行われている圃場が大半であり、イヌビエやオオイヌタデの残草は、防除適期を逃した結果である可能性がある。

以上から、雑草繁茂の主な原因としては、ダイズの連作による難防除雑草の増加と、防除時期が適切でなかったことによる残草の大型化が推定される。対策は、あくまでも圃場ごとに検討されるべきだが、要約的に記述すれば、ブロックローテーション、適期防除の徹底と、それでもなお残草があった場合には種子散布前のていねいな手取り除草が有効と考えられる。なお、一部の圃場で帰化アサガオ類やイヌホオズキ類など近年増加傾向にある難防除雑草の繁茂が認められた。今後の分布拡大に警戒が必要である。

(小林浩幸)

Ⅶ 病虫害

1. 病害

病害は、現地での達観調査では、排水の悪そうな圃場でダイズ黒根腐病が比較的目についた。ダイズ立枯病やダイズ茎疫病も散見された。これらの病害は連作によって多発するので、警戒が必要であると

思われた。

ダイズわい化病も認められたが、被害株率は総じて低かった。萎縮病やモザイク病など、他のウイルス性病害も深刻ではなかった。

収穫調査では、調査した24圃場のうち11圃場から紫斑粒が認められ、最も多かった圃場では紫斑粒混入率が8.5%だった。全体の紫斑粒混入率は逆正弦変換後の平均値で0.21%であった。紫斑粒は検査規格に直接影響するが、この数値は平均値としてはそれほど高くないものであった。

(榊原充隆)

2. 虫害

虫害では、現地での達観調査では一部の小規模圃場でウコンノメイガ幼虫による葉巻が目立ったが、本種は見た目の被害ほど収量に影響せず、栽培上さほど問題のないレベルと思われた。ただし、ウコンノメイガ幼虫への寄生蜂類の寄生率は畑ダイズのそれよりかなり低く、とくにヒメバチ類を全く確認できなかった。これは調査地のほとんどが水田地帯の中にあり、ヒメバチ類の追跡・探索をウコンノメイガが免れているからではないかと思われたが、今後の再調査が必要である。

ハスモンヨトウ被害は大きくなく、その他の莖葉加害性のチョウ目害虫も発生量は少なかった。ホソヘリカメムシやブチヒゲカメムシなど、カメムシ類も発生量が少なく、ジャガイモヒゲナガアブラムシとダイズアブラムシなど、アブラムシ類も少発生であった。水田に隣接した圃場では圃場周縁部でイナゴ類が見られたが、栽培には問題のない発生量であった。

収穫調査では、24圃場のうち23圃場からマメシンクイガが主体と思われる食害粒が認められた（食害痕から、南東北ではシロイチモジマダラメイガによる被害粒も一部混入していると考えられたが、その寄与率はマメシンクイガほど大きくはないと判断した）。24圃場全体の平均被害粒率は2.4%であった。最も多かった圃場では食害粒率が30%と高かった。マメシンクイガ被害は連作を重ねると格段に多くなるため、多発圃場では田畑輪換や殺虫剤散布などの対策を講ずる必要があると思われた。

(榊原充隆)

3. ダイズシストセンチュウ

今回測定を実施した14圃場のうち5圃場でシストセンチュウ卵が検出され、このうち山形県（圃場

ID23）と福島県（圃場 ID29）の2圃場では要防除水準である10卵/g乾土を上回る密度であった（表12）。特にID23圃場（36.4卵/g乾土）では、隣接圃場（ID22, 0.4卵/g乾土）と比べて3割近く低収となっており、シストセンチュウが減収をもたらした一因である可能性が高い。同様に宮城県登米市の隣接する2圃場（ID24, 25）においても、シストセンチュウが検出されたID25圃場の収量がID24圃場（不検出）よりも4割以上低かった。調査時（10月31日）のID25圃場の卵密度は4.1卵/g乾土と低いレベルであったものの、空のシストが多数確認された（データ略）。したがって、作付け時にはセンチュウ密度が高かった可能性があり、減収の要因となったことも考えられる。

今回シストセンチュウが検出された圃場では、「里のほほえみ」、「タチナガハ」、「ミヤギシロメ」などシストセンチュウ抵抗性をもたない品種が連作されている事例が目立った。同様の管理下にありながらシストセンチュウが発生していない圃場も多いが、連作の継続に伴って今後被害が顕在化してくる可能性は十分考えられる。また、わずかではあるが、抵抗性品種である「リュウホウ」を作付けした圃場（ID16）でもシストセンチュウ卵が検出されており、新たなレースによる被害拡大にも注意を要する。

(相場 聡・森本 晶)

表12 現地調査圃場におけるシストセンチュウの卵密度

ID	シストセンチュウ密度 (卵/g乾土)
20	不検出
21	不検出
22	0.4
23	36.4
14	不検出
16	0.4
17	不検出
18	不検出
19	不検出
24	不検出
25	4.1
29	12.0
30	不検出
31	不検出

引用文献

- 1) 土壤保全調査事業全国協議会. 2003. 土壤改良と資材. (財) 日本土壤協会. p.51.
- 2) 北海道道立農業試験場, 北海道農政部農業改良課. 1992. 北海道. 土壤および作物栄養の診断基準 - 分析法 (改訂版) -. p.199.
- 3) 異儀田和典, 国分牧衛. 1987. (東北農試栽培第二部編) 東北地域における最近の作柄とその要因解析. p.74-75.
- 4) 松村 修. 2004. 田畑輪換. 新編農学大事典. 養賢堂. p.1014-1020.
- 5) 持田秀之. 2009. 東北地域における気象要素による地帯区分と大豆生産の変遷. 日作東北支部報 52 : 53-54.
- 6) 日本ペドロロジー学会. 1997. 土壤調査ハンドブック. 博友社. p.90-91.
- 7) 住田弘一, 加藤直人, 西田瑞彦. 2005. 田畑輪換の繰り返しや長期畑転換に伴う転作大豆の生産力低下と土壤肥沃度の変化. 東北農研研報 103 : 39-52.
- 8) 高橋英博, 持田秀之, 執行盛之. 1990. 東北地域における大豆生産の地帯区分. 東北農業研究 43 : 133-134.

付録1 現地調査の写真



岩手県（高収）



岩手県（低収）



秋田県（高収）



秋田県（低収）



宮城県（高収）



宮城県（低収）



山形県 (高収)



山形県 (低収)



福島県 (高収)



福島県 (低収)



立枯性病害の被害が大きい圃場



土壌断面調査の状況

付録2 圃場、ダイズ、土壌、経営体に関する全データ

表1 採取地点と土壌型、栽培品種および調査内容との対応

ID	地域名	土壌型†	品種名	アンケート	収量調査‡	品質調査‡	土壌調査‡	雑草調査‡	シストセンチュウ‡
1	青森 大光寺川原田	細粒灰色低地土、灰褐色系(13D)	おおすず	—	○	△	○	—	—
2	青森 板柳五林平	中粗粒グライ土(14B)	おおすず	○	○	△	○	—	—
3	青森 十和田赤沼	中粗粒灰色低地土、灰褐色系(13E)	おおすず	—	○	△	○	—	—
4	岩手 軽米	表層腐植質黒ボク土(03D)	ナンブシロメ	—	○	△	○	—	—
5	岩手 北上市和賀町仙人	淡色多湿黒ボク土(04E)	リュウホウ	○	○	○	○	—	—
6	岩手 北上市相去町	中粗粒褐色低地土(12B)	ナンブシロメ	○	○	○	○	—	—
7	岩手 奥州市前沢区	細粒黄色土、斑紋あり(10D)	リュウホウ	○	○	○	○	—	—
8	岩手 奥州市胆沢区	淡色多湿黒ボク土(04E)	ナンブシロメ	—	○	○	○	—	—
9	秋田 秋田市雄和	泥炭土(16A)	リュウホウ	—	○	○	○	—	—
10	秋田 潟上市天王	中粗粒グライ土(14B)	リュウホウ	—	○	○	○	—	—
11	秋田 大仙市	細粒グライ土(14D)	リュウホウ	○	○	○	○	—	—
12	秋田 仙北市角館町	細粒灰色低地土、灰色系(13A)	リュウホウ	○	○	○	○	—	—
13	秋田 仙北市角館町	礫質灰色低地土、灰褐色系(13F)	不明	△	—	—	○	—	—
14	山形 遊佐当山	表層腐植質多湿黒ボク土(04D)	リュウホウ	○	△	—	○	○	○
15	山形 遊佐当山	表層腐植質多湿黒ボク土(04D)	不明	○	—	—	○	○	—
16	山形 遊佐中山	細粒グライ土(14D)	リュウホウ	○	△	—	○	○	○
17	山形 遊佐小松	細粒強グライ土(14A)	里のほほえみ	○	△	—	○	○	○
18	山形 酒田広野新田	泥炭土(16A)	エンレイ	○	△	—	○	○	○
19	山形 酒田広岡新田	中粗粒グライ土(14B)	エンレイ	○	△	—	○	○	○
20	山形 河北町吉野	細粒灰色低地土、灰褐色系(13D)	タチナガハ	—	○	○	○	○	○
21	山形 河北町月山堂	細粒強グライ土(14A)	里のほほえみ	—	○	○	○	○	○
22	山形 河北町畑中	中粗粒グライ土(14B)	里のほほえみ	—	○	○	○	○	○
23	山形 河北町畑中	中粗粒グライ土(14B)	里のほほえみ	—	○	○	○	○	○
24	宮城 登米市かわつら	中粗粒灰色低地土、灰褐色系(13E)	ミヤギシロメ	○	○	○	○	—	○
25	宮城 登米市かわつら	中粗粒灰色低地土、灰褐色系(13E)	ミヤギシロメ	△	○	○	○	—	○
26	福島 耶麻郡猪苗代町	泥炭土(16A)	あやこがね	○	○	○	○	—	—
27	福島 耶麻郡猪苗代町	腐植質黒ボクグライ土(05B)	あやこがね	○	○	○	○	—	—
28	福島 会津若松市高野町	細粒灰色低地土、灰褐色系(13D)	あやこがね	△	○	○	○	—	—
29	福島 大玉村玉井	表層腐植質多湿黒ボク土(04D)	タチナガハ	—	○	○	○	—	○
30	福島 国見町新小坂	礫質灰色台地土(07C)	タチナガハ	○	○	○	○	—	○
31	福島 国見町新鳥取	礫質灰色台地土(07C)	タチナガハ	○	○	○	○	—	○
32	山形	—	エンレイ	—	△	—	—	—	—
33	山形	—	エンレイ	—	△	—	—	—	—
34	山形	—	エンレイ	—	△	—	—	—	—
35	山形	—	エンレイ	—	△	—	—	—	—
36	山形 酒田広野新田	—	エンレイ	○	—	—	—	—	—
37	山形 遊佐小松	—	エンレイ	○	—	—	—	—	—
38	山形 遊佐小松	—	エンレイ	○	—	—	—	—	—

†農環研土壌情報閲覧システム(http://agrimesh.dc.affrc.go.jp/soil_db/)に基づく。

‡○:データあり、△:一部のデータ無し

表2 採取地点におけるダイズの収量、収量構成要素および品質関連形質[†]

ID	莢数 (/m ²)	一莢粒 数	百粒 重 (g)	収量 [†] (g/m ²)	主莖 長 (cm)	莖太 (mm)	主莖 節数 (/個体)	分枝 節数 (/個体)	分枝 節数 (/個体)	粗蛋白 含有率 (%DW)	粗脂肪 含有率 (%DW)	全糖 含有率 (%DW)	紫斑粒 (%)	裂皮粒 (%)	虫喰粒 (%)
1	406	1.82	23.7	176	49.6	6.7	15.2	21.5	3.8	49.7	22.1	32.7	0.0	5.2	1.3
2	424	1.76	27.9	209	73.4	8.1	17.2	14.8	2.3	48.6	22.3	37.1	0.0	4.5	1.0
3	505	1.63	24.1	199	60.6	8.1	15.3	22.8	3.3	49.7	22.2	35.2	0.0	14.2	3.8
4	456	2.12	16.4	159	68.1	9.0	14.5	35.2	6.0	48.6	21.3	36.7	0.0	7.8	1.2
5	235	2.18	17.2	88	46.1	5.4	12.8	13.0	3.0	41.3	22.6	21.5	0.0	1.2	0.3
6	406	1.90	27.8	218	62.0	9.2	15.0	26.2	4.0	40.5	22.4	21.7	0.0	0.0	0.5
7	328	1.62	25.1	134	53.0	7.1	14.3	12.5	2.7	36.8	23.4	22.9	0.7	1.5	9.2
8	282	2.04	15.6	91	44.6	8.1	14.2	28.2	4.8	39.3	23.0	21.9	0.0	0.2	0.7
9	560	1.80	35.1	354	65.7	8.6	15.7	26.7	4.7	44.7	20.0	20.2	1.5	3.5	3.3
10	388	1.72	29.2	196	56.2	9.8	15.0	12.3	2.5	43.7	21.2	20.3	0.5	1.3	0.8
11	538	1.76	32.8	310	76.0	9.5	16.7	18.3	4.0	40.7	21.5	21.4	0.0	6.2	1.0
12	463	1.74	27.1	218	61.6	9.4	16.0	24.7	4.0	41.8	21.8	20.5	2.5	0.7	1.8
14	511	1.34	23.0	163	40.7	6.0	13.0	-	3.8	-	-	-	-	-	-
16	837	1.43	31.8	398	65.0	7.9	15.0	-	3.4	-	-	-	-	-	-
17	659	1.42	31.4	303	71.0	11.8	15.8	-	4.0	-	-	-	-	-	-
18	660	1.76	28.7	349	75.4	8.3	15.4	-	2.4	-	-	-	-	-	-
19	583	1.48	29.1	260	53.9	7.9	14.8	-	2.2	-	-	-	-	-	-
20	553	1.96	25.4	273	80.1	10.4	16.8	23.3	3.8	42.4	21.7	19.7	8.5	8.5	5.7
21	423	1.86	35.8	282	62.7	11.0	14.8	22.0	3.8	45.5	20.3	19.4	0.3	2.8	0.0
22	390	1.91	39.1	291	69.7	10.3	15.3	22.8	4.7	44.7	20.7	19.7	0.7	8.3	0.3
23	294	2.08	33.3	208	50.1	10.2	15.3	16.5	3.8	45.7	20.3	18.8	0.8	0.0	4.3
24	521	1.93	35.4	356	91.4	13.8	18.8	63.0	6.7	43.0	20.1	21.9	0.2	19.8	2.8
25	292	1.97	34.6	203	71.0	9.9	16.0	25.8	3.8	44.4	19.0	21.9	0.0	2.3	8.7
26	486	2.04	32.9	327	74.2	9.6	16.7	26.7	3.7	44.4	20.1	20.5	0.0	0.2	1.0
27	391	2.04	29.9	235	45.2	8.3	14.7	22.2	4.0	42.7	20.7	21.3	0.0	0.3	0.8
28	317	1.79	23.8	130	60.3	8.0	16.7	22.0	4.0	45.1	19.8	21.2	0.2	2.3	4.0
29	406	2.06	35.7	299	49.4	7.3	13.3	18.0	3.8	41.8	21.1	21.5	0.3	0.3	1.3
30	389	1.99	32.5	253	45.2	6.3	13.7	16.0	3.7	43.7	19.8	22.1	0.0	0.2	2.2
31	317	2.09	29.2	193	48.6	6.6	13.7	18.2	4.3	41.5	20.8	23.0	0.0	0.5	30.0
32	927	1.53	28.9	426	63.7	8.1	15.6	-	3.0	-	-	-	-	-	-
33	948	1.33	31.1	374	89.5	8.7	17.0	-	3.7	-	-	-	-	-	-
34	868	1.50	27.7	374	56.7	8.2	14.2	-	4.7	-	-	-	-	-	-
35	673	1.69	25.6	303	64.1	8.7	16.3	-	3.8	-	-	-	-	-	-

[†]収量は粗粒重。15%水分換算値

表3 採取地点における土壌の化学性[†]

ID	土性	pH	T-C (%)	T-N (%)	熱水抽出性窒素 (mg/100g)	有効態リン酸量 (mg/100g)	リン酸吸収係数 (mg/100g)	可溶銅 (ppm)	可溶亜鉛 (ppm)	マンガン (ppm)	易還元性 (ppm)	熱水可溶性ホウ素 (ppm)	交換性加里 (mg/100g)	交換性苦土 (mg/100g)	交換性石灰 (mg/100g)	CEC (me/100g)	塩基飽和度 (%)	石灰飽和度 (%)	苦土/石灰 (等量比)(kg/10a)	pH5.5 (kg/10a)	pH5.7 (kg/10a)	pH6.0 (kg/10a)
1	壤土	5.5	1.9	0.14	4.70	12.3	892	8.16	9.49	205.93	1.20	50.6	65.9	443.0	28.7	70.1	55.0	4.8	12	92	212	
2	壤土	5.8	3.0	0.23	5.24	11.5	1177	4.28	6.60	263.06	0.76	39.1	129.0	523.6	35.7	72.5	52.3	2.9	—	—	103	
3	砂壌	5.7	1.9	0.17	6.86	40.0	534	2.34	4.20	10.82	1.54	15.6	19.4	160.5	14.2	49.4	40.3	5.9	—	9	95	
4	砂壌	6.6	3.7	0.33	10.95	56.9	1128	3.80	21.54	49.55	2.22	31.2	50.7	419.6	23.2	78.1	64.4	5.9	—	—	—	
5	砂壌	5.2	5.0	0.34	5.75	21.0	1544	1.11	4.16	28.82	0.98	25.8	10.7	68.1	28.8	12.2	8.4	4.6	105	180	293	
6	砂壌	6.5	2.1	0.18	6.43	61.3	867	0.73	3.64	34.28	0.98	44.8	54.0	416.8	22.9	80.6	64.8	5.5	—	—	—	
7	壤土	5.4	4.3	0.34	6.29	10.6	1630	0.47	2.53	151.49	0.66	63.9	23.1	223.0	30.4	34.4	26.2	6.9	47	141	282	
8	壤土	6.0	2.5	0.20	4.86	11.4	1302	1.24	2.07	293.47	0.57	55.2	42.3	296.5	25.8	53.6	40.9	5.0	—	—	—	
9	壤土	5.0	2.7	0.23	5.24	15.4	846	3.51	4.68	48.99	0.82	14.6	36.4	144.7	20.3	35.8	25.4	2.9	192	266	377	
10	砂壌	5.9	2.7	0.21	6.19	43.0	645	2.75	5.00	86.04	1.08	11.9	31.3	220.5	14.9	65.0	52.8	5.1	—	—	34	
11	壤土	5.1	3.2	0.27	6.44	25.7	1020	3.09	5.67	111.18	0.92	20.4	72.9	320.1	32.3	47.8	35.3	3.2	163	237	348	
12	壤土	5.0	3.5	0.26	5.56	20.1	1194	1.57	5.13	187.66	0.76	34.1	44.4	187.0	33.7	28.5	19.8	3.0	269	367	514	
13	壤土	5.4	1.8	0.15	5.27	51.1	712	3.41	5.54	88.35	0.63	29.2	52.5	230.3	21.3	53.6	38.5	3.2	47	125	242	
14	壤土	5.3	3.3	0.30	5.46	15.2	1411	1.44	2.16	24.18	0.70	34.8	30.2	96.5	24.3	23.3	14.1	2.3	77	174	319	
15	壤土	5.7	3.2	0.30	7.01	16.5	1478	1.02	2.40	45.06	0.75	47.0	49.2	151.7	26.3	33.7	20.6	2.2	—	14	159	
16	壤土	5.5	4.7	0.41	11.93	18.1	1243	1.41	2.90	23.93	1.34	17.3	29.1	234.9	23.1	44.0	36.2	5.8	—	66	199	
17	壤土	5.5	3.1	0.26	6.92	15.5	1146	2.98	2.35	33.95	0.70	25.7	111.4	407.2	32.3	63.7	44.9	2.6	—	64	164	
18	壤土	5.6	4.4	0.36	11.31	22.7	964	2.63	3.13	59.97	1.30	13.7	61.8	357.9	26.6	60.6	48.0	4.2	—	26	122	
19	砂壌	5.5	1.0	0.09	3.91	8.4	536	1.55	1.52	26.11	0.61	12.2	23.7	93.8	9.4	50.9	35.6	2.8	—	57	158	
20	埴壌	6.4	1.5	0.15	4.51	28.9	863	4.20	8.19	315.05	0.66	102.7	92.6	516.1	27.8	90.7	66.3	4.0	—	—	—	
21	壤土	5.4	2.1	0.21	6.93	22.5	540	8.84	5.46	15.14	0.77	12.5	30.9	192.1	16.4	52.7	41.8	4.5	46	129	253	
22	壤土	5.7	2.0	0.16	5.95	23.0	566	9.39	5.45	26.21	0.64	12.2	37.2	297.1	19.6	64.8	54.1	5.7	—	—	112	
23	壤土	5.5	2.2	0.18	6.56	33.4	530	7.68	6.68	32.64	0.84	14.3	27.8	253.9	17.6	61.1	51.6	6.6	—	76	202	
24	壤土	6.0	1.4	0.12	5.53	30.4	606	2.35	5.30	167.01	0.88	69.6	60.8	285.8	21.3	68.9	47.8	3.4	—	—	—	
25	壤土	6.2	1.4	0.12	3.56	11.6	762	3.64	4.84	148.58	0.68	31.0	72.4	460.9	21.8	95.0	75.5	4.6	—	—	—	
26	壤土	5.7	8.5	0.55	12.41	30.1	1424	1.60	7.10	41.77	1.41	57.2	78.7	525.8	45.5	52.5	41.2	4.8	—	—	105	
27	壤土	5.4	7.5	0.48	11.52	26.2	1380	2.23	10.29	22.16	1.25	38.9	72.2	415.8	44.1	43.6	33.6	4.1	39	118	237	
28	壤土	5.4	1.4	0.13	5.85	17.2	456	3.19	2.67	20.86	0.99	35.9	20.4	139.0	12.7	53.1	39.1	4.9	63	153	288	
29	壤土	6.5	2.1	0.16	6.17	54.1	812	4.07	6.20	112.08	0.94	51.5	64.0	348.5	22.7	73.7	54.9	3.9	—	—	—	
30	壤土	6.4	1.5	0.14	6.23	12.4	831	2.81	3.73	246.87	1.31	27.3	123.8	387.5	22.7	90.5	60.9	2.2	—	—	—	
31	砂壌	7.1	1.4	0.13	6.10	24.1	860	2.07	4.40	120.90	1.08	31.7	130.9	469.8	24.2	98.9	69.2	2.6	—	—	—	

[†]T-C, T-Nは乾式分解法、それ以外の項目の分析方法は北海道立農業試験場・北海道農政部農業改良課(1992)による風乾土ベースの値。pH5.5, pH5.7, pH6.0はそれぞれの土壌pHとなるまでに必要な土壌改良資材(炭カル)必要量

表4 採取地点における圃場の暗渠・明渠の施工概要、根量および土壌硬度

ID	明渠	暗渠	層位の位置 ¹⁾				根量 ²⁾				土壌硬度 ³⁾				
			第一層位 (cm)	第二層位 (cm)	第三層位 (cm)	第四層位 (cm)	第一層位	第二層位	第三層位	第四層位	第一層位 (mm)	第二層位 (mm)	第三層位 (mm)	第四層位 (mm)	
1	なし	なし	0-7	7-12	12-25	25-30+	VF-C, F-F	N	N	N	N	1.0	15.3	17.3	23.0
2	なし	不明	0-5	5-33+	—	—	VF-M, F-F, M-VF	N	—	—	—	3.3	17.0	—	—
3	なし	なし	0-4	4-11	11-20+	—	VF-M, F-F	VF-F	VF-VF	—	—	7.3	14.7	20.7	—
4	なし	なし	0-9	9-17	17-31+	—	VF-M, F-C	VF-C	N	—	—	6.7	6.7	18.3	—
5	不明	なし	0-3	3-12+	—	—	M-F, VF-M, F-C	N	—	—	—	11.3	21.0	—	—
6	不明	不明	0-7	7-13	13-24+	—	M-F, CF-C, F-M	N	N	—	—	12.0	13.7	21.0	—
7	不明	不明	0-9	0-19	19-27+	—	M-M, F-M, VF-C	VF-F	VF-VF	—	—	4.7	16.0	19.3	—
8	不明	あり	0-10	0-18	18-30+	—	F-C, VF-C	VF-F	N	—	—	4.0	8.7	22.0	—
9	あり	あり	0-10	10-33+	—	—	M-VF, F-C, VF-C	VF-VF	—	—	—	1.0	15.7	—	—
10	あり	なし	0-14	14-21	21-27+	—	F-F, VF-C	VF-VF	N	—	—	4.0	6.0	14.0	—
11	なし	あり	0-14	14-20	20-30+	—	M-F, F-C, VF-C	F-VF	N	—	—	7.0	13.0	18.0	—
12	あり	なし	0-9	9-14	14-21+	—	M-F, F-C, VF-C	VF-F	N	—	—	6.0	11.0	18.0	—
13	不明	不明	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14	なし	なし	0-14	14-20+	—	—	VF-VF	N	—	—	—	7.7	17.3	—	—
15	なし	なし	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16	不明	なし	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
17	不明	不明	0-12	12-19	19-27+	—	M-VF, F-F, VF-C F-VF, VF-VF	VF-VF	VF-VF	—	—	3.3	7.3	19.3	—
18	なし	なし	0-11	11-23	23-28+	—	M-F, F-F, VF-C	VF-F	N	—	—	4.0	9.0	11.7	—
19	なし	なし	0-14	14-22	22-32+	—	M-VF, V-VF, VF-VF	VF-VF	N	—	—	8.3	8.3	14.3	—
20	あり	なし	0-13	13-24	24-30+	—	M-F, F-F, VF-F F-VF, VF-VF	VF-VF	N	—	—	5.7	8.0	16.7	—
21	なし	なし	0-16	16-23+	—	—	M-F, F-F, VF-F	N	—	—	—	6.0	16.0	—	—
22	不明	不明	0-18	18-25+	—	—	M-C, F-F, VF-F	N	—	—	—	8.7	18.7	—	—
23	不明	不明	0-19	19-26+	—	—	F-VF, VF-VF	M-VF	—	—	—	10.3	18.7	—	—
24	なし	あり	0-9	9-22	22-27+	—	F-F, VF-C	VF-VF	N	—	—	0.3	6.3	22.0	—
25	なし	あり	0-13	13-36+	—	—	M-VF, V-VF, VF-F	N	—	—	—	4.3	14.7	—	—
26	なし	あり	0-6	6-21	21-34+	—	M-VF, F-VF, VF-C	VF-F	VF-VF	—	—	2.7	12.0	17.3	—
27	なし	あり	0-16	16-28	28-30+	—	M-VF, V-F, VF-C	VF-VF	N	—	—	3.7	14.6	不測定	—
28	あり	不明	0-9	9-21+	—	—	F-CVF, VF-C	VF-VF	N	—	—	8.3	13.3	21.7	—
29	あり	なし	0-8	8-24+	—	—	M-VF, F-VF, VF-VF	N	—	—	—	11.0	17.3	—	—
30	あり	あり	0-11	11-17	17-23+	—	M-VF, VF-C	VF-VF	N	—	—	7.0	11.0	23.7	—
31	あり	あり	0-12	12-21+	—	—	M-C, F-VF, VF-C	N	—	—	—	7.7	15.7	—	—

¹⁾ 層位の位置の「+」記号は断面の下端を示す。したがって同じ性質の層位が断面下端以降でも継続している可能性がある。

²⁾ 土壌調査ハンドブック(日本ペトロロジー学会, 1997)に準じた標記とした。ハイン前の記号VF, F, Mはそれぞれ「細(直径0.5mm未満)」、「小(直径0.5~2mm)」、「中(直径2~5mm)」を表す。ハイン後の記号N, VF, F, C, Mはそれぞれ「なし(細根・小根:0本/100cm²、中根:0本/100cm²)」、「まれにあり(細根・小根:1~20本/100cm²、中根:1~20本/100cm²)」、「あり(細根・小根:20~50本/100cm²、中根:2~5本/100cm²)」、「含む(細根・小根:50~200本/100cm²)」、「含む(細根・小根:200本/100cm²以上)」を表す。Nは「なし」を意味する。

³⁾ 山中式硬度計による読み値

表5-1 農業経営におけるダイズの位置づけに関するアンケート結果*

経営体ID	経営のタイプ	経営面積		作物別作付面積				水田の主な作付体系	ダイズ作付年数 (年)	ダイズのブロックローテーションの有無	ブロックローテーションの割合、サイクル				
		所有地 (ha)	期間借地 (ha)	水稲 (ha)	ダイズ (ha)	コムギ (ha)	大麦・二条大麦 (ha)					飼料作物 (ha)	野菜 (ha)	その他 (ha)	
2	(3)	—	2.9	—	2.9	—	—	—	13	あり	100%, 3年に1回				
5	(1)	65.5	565.2	257.7	130.5	257.7	138.6	0.0	54.8	23.0	132.0	ダイズ-ダイズ-ダイズ-ダイズ-コムギ類-ソバ (水稲は水稲のみ)	4	あり	90%, 6年7作
(3)オペ															
6	レータ型	—	109.3	—	109.3	20.3	—	—	—	—	—	水稲-ダイズ-ダイズ-ダイズ(一般)	15	(一部では地主がローテーション)	—
7	(3)	36.5	—	18.2	18.3	18.2	—	—	—	—	—	ダイズ-ダイズ-コムギ-ダイズ-ダイズ(採取圃)	8	—	100%, 2年に1回
11	(3)	53.5	—	—	35.0	18.5	—	—	—	—	—	水稲-水稲-水稲-ダイズ-ダイズ	29	あり	約30%, 3~5年に1回
12, 13	(2)	15.0	—	—	—	15.0	—	—	—	—	—	ダイズ圃場はほとんど固定	12	なし	—
13, 14, 15, 16	(3)	—	—	—	—	18.0	—	—	—	—	7.0 (ソバ)	—	10	あり	10%
14, 17, 37, 38	(2)	—	—	60.0	—	52.0	—	—	—	3.0	5.0	—	25	なし	—
15, 18, 19, 36	(3)	0.0	0.7	70.5	0.2	71.0	—	—	—	—	—	—	12	なし	—
19	(2)	1.0	36.7	20.0	30.0	20.0	14.0	—	—	3.0	0.5	コムギ-ダイズ-コムギ 水稲-コムギ-ダイズ	14	なし	—
20	(3)	0.0	41.3	—	18.6	17.4	—	—	—	1.2	4.1	水稲-ダイズ 水稲-水稲-ダイズ-ダイズ	5	あり	70%, 1年に1回
21	—	0.9	22.5	2.2	16.1	8.8	—	—	—	—	0.8	—	14	あり	100%, 2~3年に1回
23	(3)	0.0	30.7	—	20.4	10.3	—	—	—	—	—	水稲-...-水稲-ダイズ-ダイズ-水稲	5	あり	33%, 3年に1回

*括弧内の数字はアンケート用紙(付録3参照)の回答番号に一致する。

表5—2 農業経営におけるダイズの位置づけに関するアンケート結果†

経営 体 ID	ダイズの販 売 地代 (円/10a)	水田 地代 (円/10a)	その他		面積 (ha)	農作業	作業時期
			期間借地の 場合の (円/10a)	生産した大豆の地元での 加工の有無			
2	(1)イ	—	国からの交付金+販売 代金を農家へ配分	なし	(1)4	(1)除草剤散布	(1)除草剤散布
5	(2)	12,547	8,818	味噌 あり、味噌 「すずほのか」は地元の福祉団 体に販売し、納豆として流通	(1)150 (1)25	(3)培土作業、面積の拡大と大豆バサグ ラン液剤の使用が可能となったため (1)化学肥料から有機質肥料への切り替 え、畦間除草剤散布の実施	(1)機械の大型化 (2)
7	(1)	—	—	—	(2)	(2)	(2)
11	(1)イ	—	あり、一部納豆を作り営農組合 員に無料配布	なし	(2)3.5	(1)中耕、培土、除草	(1)中耕、培土、除草 作業能率の高い 機械購入で
12	(1)	—	—	なし	(3)15	(1)中耕、培土、除草	(1)播種、除草、中耕、培土 (面積の減少で)
13	(1)イ	—	—	なし	(2)	(2)	(2)
14	(1)	—	3,000~25,000	なし	(3)	(2)	(2)
15	(1)イ	18,000	15,000	なし	(2)多少の上下はあ るがほぼ同じ	(1)中耕、除草剤散布	(1)中耕、培土、ただし天気による (1)播種は(2)。
19	(1)イ	20,000	—	なし	—	(1)除草作業、中耕培土	圃場により麦の後作が多くなり、適期 播種ができないこともある
20	(1)イ	18,000~ 30,000	—	仕入れ味噌の委託加工 あり	—	(1)除草作業	(1)播種、消毒、中耕、培土、刈取
21	(1)	29,000	35,000	—	(2)2.4	(3)欠株の追いまき、補植、面積拡大に 伴い手が回らなくなった	(2)
23	(1)ア (2) 地元豆腐屋	15,000	—	あり、豆腐、納豆	(2)10	(1)耕うん同時畝立て、収穫前の草取り	(1)播種、中耕培土、大豆バサグラン、 梅雨時期でタイミングが掴めない

†括弧内の数字および記号はアンケート用紙の回答番号に一致する。

表6 調査対象圃場の生育・収量の傾向[†]

ID	記入該 当年	収量	生育・障害													
			出芽	苗立 ち	初期 生育	最繁期 の繁茂 の大きさ	莢付 き	粒の 肥大	葉の 落ち	成熟の ばらつ き	湿害	干ばつ	虫害	病害	雑草	
2	2011	(2)	(1)	(1)	(1)	(1)	—	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(1)
5	平年値	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(1)
6	2011	(2)	(1)	(1)	(1)	(2)	(2)	(1)	(2)	(1)	(1)	(2)または(3) 2012年は早ばつ	(3) ただしコガネムシ の害以外	(1)	(1)	
7	2011	(2)	(1)	(1)	(1)	(1)	—	(2)	(2)	(2)	(1)	(2)	(3)	(2)	(3)	
11	平年値	(3)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	
12	2011	(4)	(2)	(2)	(2)	(3)	(3)	(3)	(3)	(3)	(3)	(2)	(2)	(3)	(3)	
14	2011	(4)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(3)	(2)	(2)	(3)	(2)	(2)	(2)	(3)	
15	2011	(4)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(3)	(2)	(2)	(3)	(2)	(2)	(2)	(3)	
16	2011	(4)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(3)	(2)	(2)	(3)	(2)	(2)	(2)	(3)	
17	2011	(5)	(2)	(2)	(2)	(3)	(3)	(3)	(1)	(3)	(2)	(2)	(2)	(2)	(3)	
18	平年値	(3)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(3) 播種後	(2)	(2)	(2)	
19	平年値	(5)	(2)	(3)	(3)	(3)	(3)	(3)	(3)	—	(3)	(3) 播種後	(2)	(2)	(2)	
24	—	(3)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(3)	
26	2011	(2)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(3)	
28	—	(4)	(2)	(2)	(2)	(3)	(2)	—	—	—	(2)	(3)	(2)	(2)	(2)	
30	—	(1)	(1)	(2)	(2)	(1)	(2)	(2)	(2)	(2)	(1)	(2)	(2)	(2)	(2)	
31	—	(4)	(2)	(1)	(2)	(3)	(2)	(3)	(1)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	
36	平年値	(5)	(3)	(3)	(3)	(3)	(2)	(3)	(3)	—	(2)	(3) 播種後	(2)	(2)	(2)	
37	2011	(4)	(2)	(2)	(2)	(3)	(3)	(3)	(1)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(3)	
38	2011	(5)	(2)	(2)	(2)	(3)	(3)	(3)	(1)	(3)	(2)	(2)	(2)	(2)	(3)	

[†]括弧内の数字および記号はアンケート用紙の回答番号に一致する。

表7-1 調査対象圃場の生育・収量の傾向に関するアンケート結果

ID	圃場面積 (a)	圃場排水性	土壌肥沃度	その他	ダイズ作付年数 (年)	過去の作付状況				
						2007	2008	2009	2010	2011
2	30	良い	高い	—	3	水稲	水稲	水稲	ダイズ	ダイズ
5	12.9	やや不良	低	—	1	ダイズ	ダイズ	ダイズ	コムギ	コムギ-ソバ
6	23	やや不良	—	—	5年以上	ダイズ	ダイズ	ダイズ	ダイズ	ダイズ
7	—	良好	低い	雑草(シロザ)発生が多く、手取り除草にかなりの人手がかかった。吊り下げノズルによる畦間・株間処理を検討中	7	ダイズ	水稲	ダイズ	水稲	ダイズ
11	110	良い	—	—	3	水稲	水稲	水稲	ダイズ	ダイズ
12	10	並	低	大雨時に水路から圃場内に水が逆流してくる	12	ダイズ	ダイズ	ダイズ	ダイズ	ダイズ
14	11.5	—	—	—	10	ダイズ	ダイズ	ダイズ	ダイズ	ダイズ
15	5.8	—	—	—	10	ダイズ	ダイズ	ダイズ	ダイズ	ソバ
16	49	—	—	—	1	水稲	水稲	水稲	水稲	水稲
17	25	—	—	—	10	ダイズ	ダイズ	ダイズ	ダイズ	ダイズ
18	39	良い	—	—	7	ダイズ	ダイズ	ダイズ	ダイズ	ダイズ
19	34	余り良くない	—	—	12	ダイズ	ダイズ	ダイズ	ダイズ	ダイズ
24	—	—	—	—	—	ダイズ	ダイズ	ダイズ	ダイズ-コムギ (ホールクロップ)	ダイズ-コムギ (ホールクロップ)
26	30	—	—	—	1	水稲	ダイズ	水稲	ダイズ	水稲
28	44	—	—	—	1	ダイズ	水稲	ダイズ	水稲	水稲
30	30	良い	やや低い	—	3	水稲	水稲	水稲	ダイズ	ダイズ
31	21	良い	やや低い	—	7	ダイズ	ダイズ	ダイズ	ダイズ	ダイズ
36	31	良い	—	—	12	ダイズ	ダイズ	ダイズ	ダイズ	ダイズ
37	60	—	—	—	1	水稲	ダイズ	水稲	水稲	水稲
38	30	—	—	—	15	ダイズ	ダイズ	ダイズ	ダイズ	ダイズ

表7-2 調査対象圃場の生育・収量の傾向に関するアンケート結果

ID	額縁明渠	圃場内明渠	排水対策				耕起方法・時期	播種方法・時期
			本暗渠 (施工後 年数)	弾丸暗渠	畝立て	その他		
2	あり	なし	ありあり(10m 間隔、 (30年)3年ごとに施行)	—	—	ロータリー4月 下、5月上旬の2回	ロータリーシーダー 6月上	
5	なし	なし	なし	なし	—	—	バキュームシーダー 6/26	
6	なし	なし	なし	なし	小畦立て	—	ロータリー耕うん 6/12 小畦立て播種	
7	あり	なし	なし	なし	耕うん同時畝 立て栽培	明きよは浅い	多収圃場 6/5播種同時、アップカ 低収圃場 6/12 ットロタリー	
11	なし	なし	あり (31年)	なし	平畦	—	ロータリー耕、5三輪車(田植え後5 月連休後 月末から)	
12	なし	なし	なし	なし	平畦	—	ロータリー耕、5三輪車(田植え後6 月連休後 月上旬から)	
14	なし	なし	あり (30年)	なし	耕うん同時畝 立て栽培	—	5/26 6/1	
15	なし	なし	あり (30年)	なし	耕うん同時畝 立て栽培	—	5/26 6/1	
16	なし	なし	あり (13年)	あり (10m 間隔、24 年ごとに施行)	耕うん同時畝 立て栽培	—	5/25 5/29	
17	あり	—	あり	あり	耕うん同時畝 立て栽培	—	—	
18	なし	なし	あり (40年)	なし	—	—	春にブラディラ ー(すき)で耕 起・播種3日くら い前に耕起 6/1代かきロータリ ーで耕起しながら 施肥同時播種	
19	なし	なし	あり (15年)	あり (5~7年毎に 施工)	—	—	春にブラディラ ー(すき)で耕 起・播種3日くら い前に耕起 6/4代かきロータリ ーで耕起しながら 施肥同時播種	
24	なし	なし	あり (25年)	なし	その他	—	アップカットロー タリー 6/5頃	
26	なし	あり 用水側と水 田の境	あり (15年)	なし	H23のみ小畦 立てを実施	ブロックローテーション により、用水から水を切 るように努めている	耕起は播種ま で3回耕す。 5月のうち 耕うん・肥料・播種 と同時	
28	あり	なし	なし	なし	—	—	ロータリー耕、前 年秋、当年 6/1頃	
30	あり	あり (15m 間隔)	あり (14年)	なし	耕うん同時畝 立て栽培	—	耕うん直前+播 種時 耕うん同時畝立 ては種 6/28	
31	あり	あり (15m 間隔)	あり (13年)	なし	耕うん同時畝 立て栽培	—	耕うん直前+播 種時 耕うん同時畝立 て播種 6/26	
36	なし	なし	あり (15年)	あり (5~7年毎に 施工)	—	—	春にブラディラ ー(すき)で耕 起・播種3日くら い前に耕起 6/2代かきロータリ ーで耕起しながら 施肥同時播種	
37	あり	なし	あり	あり	耕うん同時畝 立て栽培	—	—	
38	あり	あり	—	あり	耕うん同時畝 立て栽培	—	—	

表7-3 調査対象圃場の生育・収量の傾向に関するアンケート結果

ID	土壌改良資材			基肥			追肥				
	播種様式 (cm)	播種量 (kg/10a)	資材種類	投入時期	投入量 (kg/10a)	資材種類	投入時期	投入量 (kg/10a)	資材種類	投入時期	投入量 (kg/10a)
2	60×8	8	苦土石灰	4月下旬	60	大豆専用(6-25-15-Mg3)	—	—	尿素(46-0-0)	8月上旬	6
5	45×12	5	—	—	—	大豆専用(46-0-0)	6/26	40	尿素(46-0-0)	8/6	5
6	70×10.3	3	マイルドマダ、鶏糞、 ようりん	6/2	それぞれ 96, 163, 26	穀類専用 (15-18-15-Mg3)	6/2	26	—	—	—
7	75×18	4	塩化カリ(セシウム対 策)	播種前	40	コーテイング大豆 N20 (20-18-15)	播種時	25	—	—	—
11	70×18	4-5	てんろ石灰、ようりん	耕起前(5月連休中)	それぞれ 60, 40	おほこオール14 (14-14-14) (5月連休中)	耕起前 (14-14-14) (5月連休中)	—	なし	なし	—
12	75×15	4	鶏糞パレット	6月上旬	30	大豆2号(5-15-15)	播種同時	10	なし	なし	—
14	条間60	4	—	—	—	鶏糞	5/24	75	—	—	—
15	条間60	4	—	—	—	鶏糞	5/24	75	—	—	—
16	条間60	4	—	—	—	鶏糞、オール14	5/24	それぞれ75, 20	—	—	—
17	70×23	4	—	—	—	鶏糞	—	100	—	—	—
18	75×15	4	マダグリーン	5/24	40	アグリブラッシュ444 (14-14-14)	6/1	15	尿素(46-0-0)	6/22	8
19	75×15	4	マダグリーン顆粒苦 土石灰(Mg30 アルカ リ分 100%)	5/23	40	アグリブラッシュ444 (14-14-14)	6/4	15	尿素(46-0-0)	6/21	8-10
24	75×18	5	なし	—	—	なし	—	—	なし	—	—
26	60×18 2	5	苦土石灰、鶏糞灰、 夢堆肥(町)	5月	それぞれ 100, 30, 300	大豆一発233 (22-13-13)	播種	20	なし	—	—
28	70×18	4	苦土石灰 M10	耕起前	60	大豆用グレイコート233	播種時	30	塩化カリ(0-0-60)	7月上旬	5
30	75×18	5.5	ゼオライト、ケイ酸カ リ、苦土石灰	すべて5月	それぞれ 200, 200, 60	豆プロ一発 (25-10-8)	6月下旬 (播種時)	30	なし	—	—
31	75×18	5.5	ゼオライト、ケイ酸カ リ、苦土石灰	すべて5月	それぞれ 200, 200, 60	豆プロ一発 (25-10-8)	6月下旬 (播種時)	30	なし	—	—
36	75×15	4	マダグリーン	5/23	40	アグリブラッシュ444 (14-14-14)	6/2	15	尿素(46-0-0)	6/23	8-10
37	70×23	4	—	—	—	鶏糞	5月	100	—	—	—
38	70×23	4	—	—	—	鶏糞	5月	100	—	—	—

表7-4 調査対象圃場の生育・収量の傾向に関するアンケート結果

ID	種子消毒	除草剤施用	手取り除草の有無
2	キヒゲン R-2 フロアブル	エコトップ、ブームスプレイヤー6月上旬、100mL ナブ乳剤、ブームスプレイヤー、8月上旬、200mL 大豆バサグラン、ブームスプレイヤー、8月上旬、150mL	あり (9月)
5	キヒゲン R-2 フロアブル	ラウンドアップマックスロード 5/25 ラッソー乳剤、ロロックス水和剤 6/27 大豆バサグラン液剤 7/20	あり (10月中旬)
6	キヒゲン R-2 フロアブル、 クルーザーFS30 5/28	ラクサー乳剤、500mL/100L ブームスプレイヤー 6/18 100L/10a 大豆バサグラン液剤 150mL/100L ブームスプレイヤー 7/19 100~120L/10a バスタ液剤 畦間・株間処理 8/1 500mL/100L 70~90L/10a	あり (収穫時)
7	キヒゲン R-2 フロアブル、 クルーザーFS30	バスタ液剤 ハイクリアランスブーム 5/25 エコトップ乳剤 ハイクリアランスブーム 大豆バサグラン液剤+ポルトフロアブル ハイクリアランスブーム 7/18-20	あり (8~9月上旬)
11	クルーザーMAXX	ラクサー乳剤、動散、播種翌日、500mL/10a	あり (開花期、収穫期前)
12	キヒゲンセット	バスタ液剤、小型ブーム、播種翌日、300mL/10a ダイロン、小型ブーム、播種翌日、100g/10a 大豆バサグラン・ポルトフロアブル、小型ブーム、開花期前、150mL/10a、 200mL/10a	あり (収穫期前)
14	キヒゲン	エコトップ乳剤、ブームスプレイヤー、6/3、150L バスタ液剤、ブームスプレイヤー、7/23、150L	なし
15	キヒゲン	エコトップ乳剤、ブームスプレイヤー、6/3、150L バスタ液剤、ブームスプレイヤー、7/23、150L	なし
16	キヒゲン	エコトップ乳剤、ブームスプレイヤー、5/30、150L バスタ液剤、ブームスプレイヤー、7/2、150L	なし
17	キヒゲン R-2 フロアブル	エコトップ 600mL バサグラン 300~500mL ポルトフロアブル 300~500mL	なし
18	クルーザーFS30	エコトップ乳剤、ブームスプレイヤー、6/1、600mL 葉枯らし MIC、ブームスプレイヤー、6/1、300mL 大豆バサグラン、ブームスプレイヤー、7/19、500mL ポルトフロアブル、ブームスプレイヤー、7/19、200mL	なし
19	クルーザーFS30	エコトップ乳剤、ブームスプレイヤー、6/4、600mL 葉枯らし MIC、ブームスプレイヤー、6/4、300mL 大豆バサグラン、ブームスプレイヤー、7/24 予定、500mL ポルトフロアブル、ブームスプレイヤー、7/24 予定、200mL	なし
24	ベンレート T	ロロックス・フィールドスター混合、乗用管理機、播種直後	あり(8、10月)
26	キヒゲン R-2 フロアブル	エコトップ乳剤、播種後、200L ナブ乳剤、中耕後 6月、100L 大豆バサグラン、培土後7月、100L	あり (8、9、10月)
28	キヒゲン R-2 フロアブル	ラッソー乳剤、播種後均平散布、500mL ロロックス乳剤、播種後均平散布、150g	あり (7月下旬)
30	キヒゲン	エコトップ乳剤、ビークル、播種日、500mL/10a ポルトフロアブル、ビークル、9月中旬、300mL/10a(9月上旬11月上旬)	あり
31	キヒゲン	エコトップ乳剤、ビークル、播種日、500mL/10a ポルトフロアブル、ビークル、9月中旬、300mL/10a(9月上旬11月上旬)	あり
36	クルーザーFS30	エコトップ乳剤、ブームスプレイヤー、6/2、600mL 葉枯らし MIC、ブームスプレイヤー、6/2、300mL 大豆バサグラン、ブームスプレイヤー、7/26 予定、500mL ポルトフロアブル、ブームスプレイヤー、7/26 予定、200mL	—
37	キヒゲン R-2 フロアブル	エコトップ 600mL バサグラン 300~500mL エコトップ 300~500mL	—
38	キヒゲン R-2 フロアブル	エコトップ 600mL バサグラン 300~500mL ポルトフロアブル 300~500mL	—

表7—5 調査対象圃場の生育・収量の傾向に関するアンケート結果

ID	病害虫防除	中耕培土	畝間かん水
2	スミチオン乳剤、8月上旬、100mL トレボンスカイ MC 無人ヘリ、8月下旬、100mL	あり (7月下旬)	なし
5	アディオン乳剤 ヘリ防除 8/25 アミスターフロアブル ヘリ防除 8/25	なし	なし
6	アミスターフロアブル 同上 8/23 100-120L/10a ベルコートフロアブル 無人ヘリ 9/9 8倍液 800mL/10a スミチオン乳剤 同上 9/9 同上	あり (7/22)	なし
7	スミチオン乳剤+アミスターフロアブル 無人ヘリ 8月末	あり (7/17-19)	なし
11	アミスター20FL、動散、8/28、3000倍 150L/10a アミスター20FL、動散、8/28、3000倍 150L/10a	あり (6~7月)	なし
12	パーマチオン水和剤、小型ブーム、8/20、1000倍 100L/10a トップジンM水和剤、小型ブーム、8/20、1000倍 100L/10a	あり (6~7月)	なし
14	—	あり (7/11)	なし
15	—	あり (7/11)	—
16	トップジンMゾル 8/27頃 スミチオン乳剤、8/27頃	あり (7/10)	なし
17	—	あり	なし
18	—	あり (6/17)	なし
19	—	あり (6/24)	なし
24	スミトップ、ラジヘリ トレボンスカイ、ラジヘリ	あり (7月)	なし
26	スミチオン、無人ヘリ、8月 アミスター20フロアブル、無人ヘリ、8月	あり (6月)	なし
28	スミチオン乳剤、乗用管理機 8月上旬と下旬、100mL 2回 アミスター20フロアブル、乗用管理機、8月下旬、50mL	あり (7月下旬)	—
30	マラソン乳剤、ピークル、8/3、1000倍 150mL/10a アミスター20フロアブル、無人ヘリ、9/10、16倍 800mL/10a トレボンエアー、無人ヘリ、9/10、8倍 800mL/10a	あり (7月下旬)	なし
31	マラソン乳剤、ピークル、8/3、1000倍 150mL/10a アミスター20フロアブル、無人ヘリ、9/10、16倍 800mL/10a トレボンエアー、無人ヘリ、9/10、8倍 800mL/10a	あり (7月下旬)	なし
36	—	あり (6/24)	なし
37	—	あり	なし
38	—	あり	なし

表7-6 調査対象圃場の生育・収量の傾向に関するアンケート結果

ID	虫害	病害	雑草害	湿害	冠水の有無	干ばつ	青立ち	倒伏	粒の腐敗
2	食葉害虫の発生が早かった	—	—	—	なし	発芽後7月上旬まで	なし	なし	刈り遅れで腐敗が多い
5	ツメクサガ (8上では少)	茎疫病 (8上では少)	—	—	なし	圃場の8割で早ばつの被害	リュウホウで特に多	—	—
6	—	—	スギナ、エノキグサ、シロザ	一部黄化	なし	—	—	—	—
7	—	—	シロザの発生が多	—	なし	なし	—	—	—
11	マメシクイガ	紫斑病	—	—	なし	なし	少し	ややなびき気	あり
12	—	—	ツユクサ、アメリカセンダングサ	無し	ある(8月)	—	—	—	—
14	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16	—	—	—	—	—	—	—	—	—
17	—	—	—	—	なし	—	—	—	—
18	—	—	—	—	なし	—	—	—	—
19	—	—	—	—	なし	—	—	—	—
24	フタスジヒメハムシ	黒根腐病	—	—	なし	—	—	—	—
26	—	—	アメリカセンダングサ、アカザ、シロザ、タデ、イヌホウズキ、ヒエ	梅雨時のある大雨により冠水	(梅雨時の大雨により冠水、6月)	7/14~8/23 雨らしい雨なし	—	—	青立ち箇所が腐敗粒
28	—	—	—	—	—	8/6~8/31 雨が無く8月下旬に干ばつ気味	—	—	—
30	—	—	アメリカセンダングサ、スズメノテッポウなど	—	なし	8/6~8/31 雨が無く8月下旬に干ばつ気味	—	—	—
31	—	—	アメリカセンダングサ、スズメノテッポウなど	—	なし	—	—	—	—
36	—	—	—	—	—	—	—	—	—
37	—	—	—	—	なし	—	—	—	—
38	—	—	—	—	ある(6月)	—	—	—	—

付録3 実施したアンケート

寒冷地における大豆の単収は、転換畑での栽培が増加した当初増えましたが、それ以降は停滞し、地域によってはむしろ低下傾向にあります。

このアンケートは、現地調査を通じて、収量の停滞もしくは低下が発生した地域と発生しなかった地域の技術的特徴を把握するとともに、栽培管理、土壌管理、雑草害、病虫害の面から低収に関わる要因を明らかにすること、さらには、低収回避のための技術改善目標を提示することを目的して行うものです。主に、大豆の収量が以前は比較的良かったものの、最近では低下傾向にある圃場と高い収量を維持している圃場を対象として実施します。記載内容は基本的に昨年度(2011年)の大豆作(ただし、昨年度の大豆作が特に異常であったら平年値)に関してご記入ください。ご記入は分かるところだけで結構です。ご協力の程、どうぞよろしくお願い申し上げます。

1. 普及組織名

担当ご氏名

所属

電話番号

メールアドレス

2. 調査対象

生産組織名

代表者ご氏名

住所

3. 農業経営における大豆の位置づけ

調査対象は場の経営か、あるいは、調査対象地域の主要な大豆の担い手(典型的と思われる一つの事例で結構です)について、その経営概況を記入してください。

1) 経営のタイプ

(1) 個人経営

(2) 受託経営

(3) 集落営農組織

2) 経営面積(水田)

所有地

借地

期間借地(大豆作の耕作を請け負っている土地)

3) 作物別作付面積

水稲

大豆

小麦

大麦・二条麦・はだか麦

試料作物(飼料米、飼料稲含む)

野菜類

その他

4) 水田の主な作付け体系

(例) 稲-稲-麦類-大豆

例のように主な作付け体系を記入して下さい。主要な対応が複数あれば、それぞれ記入して下さい。

5) 大豆の作付年数

大豆生産を開始してからの年数

6) 大豆のブロックローテーションの有無

(該当するものに○を付けてください。また、下線部分にご記入ください。)

(1) あり

ブロックローテーションの割合

ブロックローテーションのサイクル

(2) なし

7) 大豆の販売

(1) 全量系統出荷(ア、入札取引 イ、契約取引)

(2) 直接販売(販売先:)

8) その他

水田地代 万円/俵

期間借地(耕作受託)の場合に地代(万円/俵)

生産した大豆の地元での加工の有無

あり(味噌、豆腐、その他)

なし

9) 近年における大豆の生産の変化

大豆の面積と農作業は、昔(10年以上前)と比べてどのように変化したでしょうか?(該当するものに○を付けて下さい。また、下線部分にご記入ください。)

ア) 面積:

(1) 増えた(増えた面積:約 ha)

(2) 変化なし

(3) 減った(減った面積:約 ha)

イ) 農作業:

(1) 昔よりも手をかけるようになった

(手をかけた作業:)

(2) 変化なし

(3) 昔よりも手をかけられなくなった

(手を抜いた作業:)

(手をかけられなくなった理由：)

7) 葉の落ち

(1) 早くなった (2) 変化なし (3) 遅くなった

ウ) 作業時期:

(1) 昔よりも適期に作業を実施するようになった

8) 成熟のばらつき

(適期に実施できるようになった作業：)

(1) 揃ってきた (2) 変化なし

(2) 変化なし

(3) ばらついてきた

(3) 昔よりも適期に実施できなくなってきた

(適期に実施できなくなった作業：)

9) 湿害

(適期作業が困難になった理由：)

(1) 出なくなった (2) 変化なし

(3) ひどくなった

4. 調査対象ほ場の生育・収量の傾向

昔(約10年以上前)と比べて、大豆の生育や収量はどのように変化しましたか? 以下の選択肢から選んで該当部分に○を付けてください。

10) 干ばつ

(1) 出なくなった (2) 変化なし

(3) ひどくなった

記入内容該当年:

(1) 2011年(平成23年)

11) 虫害

(2) 平年値

(1) 良くなった (2) 変化なし (3) 悪くなった

<収量>

以前の収量に比べてどのように変化したでしょうか? 印象で結構です。(該当するものに○を付けて下さい)

12) 病害

(1) 良くなった (2) 変化なし (3) 悪くなった

(1) たいへん良くなった(115%以上)

(2) 良くなった(105~114%)

(3) 変化なし(95~104%)

(4) 悪くなった(85~94%)

(5) 著しく悪くなった(84%以下)

注: 括弧内は従来の収量に対する比率

13) 雑草

(1) 良くなった (2) 変化なし (3) 悪くなった

5. アンケート対象ほ場の概要

(2012年(平成24年度)現在)

1) 農家ご氏名:

2) ほ場面積:

3) 土壌・土性:

4) 土壌pH:

5) ほ場排水性:

6) 土壌肥沃度:

7) その他:

<生育・障害>

(該当するものに○を付けて下さい)

1) 出芽(土から芽を出すまで)

(1) 良くなった (2) 変化なし (3) 悪くなった

2) 苗立ち(芽が出て本葉が出るまで)

(1) 良くなった (2) 変化なし (3) 悪くなった

3) 初期生育

(1) 良くなった (2) 変化なし (3) 悪くなった

4) 最繁期の繁茂の大きさ

(1) 良くなった (2) 変化なし (3) 悪くなった

5) 莢付き(繁茂に対する着莢の程度)

(1) 良くなった (2) 変化なし (3) 悪くなった

注: 生育は比較的良いのに莢が付いていない場合は、「悪くなった」に○。

6) 粒の肥大

(1) 良くなった (2) 変化なし (3) 悪くなった

6. アンケート対象ほ場の概要

(2012年(平成24年度)現在)

1) 大豆作付け年数:

2) 過去5カ年の作付状況(夏作・冬作):

	夏作	冬作
2007年		
2008年		
2009年		
2010年		
2011年		

3) 排水対策:(該当するものに○を付けて下さい。また、下線部分にご記入ください。)

額縁明渠 (1)あり (2)なし

ほ場内明渠 (1)あり(m間隔) (2)なし

本暗渠 (1)あり(施行後 年) (2)なし

- 弾丸暗渠 (1)あり(m間隔) (2)なし (1) あり (実施時期)
 畝立て (1)小畦立て栽培 (2) なし (2) なし
 (2)耕うん同時畝立て栽培
 (3)有芯部分耕栽培
 (4)その他()
 16) 畦間かん水 (該当するものに○を付けて下さい。また、下線部にご記入ください。)
 (1) あり (実施時期)
 (2) なし
- その他排水に関する特記事項:
 (1) あり (実施時期)
 (2) なし
- 4) 耕起方法・時期:
 5) 播種方法・時期:
 6) 品種:
 7) 播種量: kg/10a
 8) 播種密度: 条間 cm 株間 cm
 9) 土壌改良資材:
 資材種類
 投入時期
 投入量
 17) その他、栽培管理に関する特記事項
7. アンケート対象ほ場の生育概況
 (2012年(平成24年度)現在)
- 1) 出芽日
 2) 出芽良否 (該当するものに○を付けて下さい。また、下線部にご記入ください。)
 (1) 良い (80%以上)
 (2) 並 (60~79%)
 (3) 悪い (59%以下)
 苗立ち本数 (/m²)
- 3) 開花期:
 4) 落葉時期:
 ※おおよそで結構です。
 5) 収穫日:
 6) 収穫方法:
 7) 全刈収量: kg/10a
 8) 品質 (等級):
 9) 障害
- 10) 基肥
 資材種類
 投入時期
 投入量
 虫害、病害、雑草については、分かっていたらその名前を記入して下さい。その他の障害については、気づいた点がありましたら記載してください。
 虫害:
 病害:
 雑草:
 湿害:
 ほ場が冠水したことがありますか?
 (1) ある (時期) (2) ない
- 11) 追肥:
 資材種類
 投入時期
 投入量
 干ばつ:
 青立ち:
 倒伏:
 粒の腐敗
- 12) 種子消毒:
 資材種類
- 13) 除草
 ア) 除草剤
 薬剤名
 散布方法
 施用時期
 施用量
- イ) 手取り除草 (該当するものに○を付けて下さい。また、下線部にご記入ください。)
 (1) あり (時期)
 (2) なし
- 14) 病虫害防除:
 薬剤名:
 散布方法
 施用時期
 施用量
 8. その他、特記事項 (大雨、台風、強風、霜害など)
 9. ご質問、ご要望等がありましたらご記入ください。
 ご協力ありがとうございました。
- 15) 中耕培土 (該当するものに○を付けて下さい。また、下線部にご記入ください。)