

---

# 農産物 Web 市場の発展に関する 実験経営学的研究

---

課題番号 17380134

平成 17 年度～平成 19 年度科学研究費補助金  
( 基盤研究 (B) ) 研究成果報告書

平成 19 年 3 月

研究代表者 平泉 光一

新潟大学 自然科学系准教授

## はしがき

本報告書は平成17年度から平成19年度の3年間に渡って実施した基盤研究(B)「農産物Web市場の発展に関する実験経営学的研究」の成果を取りまとめたものである。

本研究はユニークな特色をもっている。基盤研究(B)は、通例、共同研究として実施され、同一分野もしくは近接分野の研究者がグループを形成することが殆どであるが、本研究のグループは、土壌肥料、植物栽培、農業情報、農業経済の各分野の研究者から構成されている。複数の研究分野を束ねる研究としては、境界領域にまたがるインターディシプリン(学際)的研究がイメージされることが少なくないであろう。だが、本研究は、学際的というよりも、異分野融合型の研究である。各分野の単純な分業ではない一体的な連携関係をもって研究を進めることを目指してきた。取り上げたのは農産物、特に米のWeb販売という一側面であるが、販売での有利性を築く農産物の差別化には、生産過程における栽培法や施肥設計の改善も必要になるわけであって、特定の現場での具体的な問題解決に資するようにするためには、複数の研究分野の研究者が協働する必要がある。

もう一つの特色は、現場指向である。現実の問題解決に資する研究を目指してきた。営農上の問題は研究室や実験圃場やピーカーのなかにあるわけではなく、実際に営農を行っている農業経営において現れる。研究が営農上の問題解決を目指すのであれば、実際に効果や影響が現れるかという検証も同時に必要になる。それは、特定の現場(サテライト)での現地実証試験という形にもなる。現場指向型でかつ異分野融合型の研究というのが本研究における特色である。

本研究の実施にあたっては、サテライトとなった森光集落の皆様(特に森光担い手生産組合の構成員)から格段の協力を得た。面倒なことも快く引き受けてくださったおかげで共同研究を実施することができた次第である。森光集落の皆様にはこの場を借りて心からのお礼を申し上げたい。また、森光集落が位置する旧小国町を管轄する行政機関や農協等からも惜しめない協力を得られたことにも感謝の意を表したい。

3年間を振り返ってみると、必ずしも当初の構想通りに研究計画は進行しなかった。我々のグループのなかから東京・霞ヶ関にある内閣府勤務の併任がかかったメンバーが出て、途中で入れ替わったものの、我々のグループのなかで交代になってしまい、常に一人は新潟と東京をせわしなく往復するなかで研究をしなければならなかった。それだけでも戦力が低下しがちであったのに、最終年度にはとりまとめの中心であるべき研究代表者が病気で休まざるをえなくなり、半年以上も離脱することになってしまった。メンバーの他大学への異動もあった。幸い、18年度以降は科研費研究員として斎藤順君が戦力になってくれたこともあり、なんとか研究を進めることが出来たが、研究のマンパワーが不足気味のまま、いつのまにか3年間が経ってしまったというのが実感である。十分な成果を得ることができなかった部分というか、時間切れで詰め切れずに残した領域も多々ある。

だが、そうであっても、現場指向型でかつ異分野融合型の研究としては、本研究は有意義な試みであったと思われる。関連分野の研究者と営農の現場にいる方々に、この報告書がなにかしら参考になるのであれば、幸いである。

平成 20 年 3 月

研究代表者 平泉 光一

## 1.研究組織

### 研究代表者

平泉 光一 新潟大学・自然科学系・准教授

### 研究分担者 (50音順、所属および職名は平成20年3月時点)

伊藤 亮司 新潟大学・自然科学系・助教

大竹 憲邦 新潟大学・自然科学系・准教授

塚口 直史 石川県立大学・生物資源環境学部・講師

元永 佳孝 新潟大学・自然科学系・准教授

## 2.交付決定額

(単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
平成17年度	5,800,000	0	5,800,000
平成18年度	6,800,000	0	6,800,000
平成19年度	2,500,000	750,000	3,250,000
総計	15,100,000	750,000	15,850,000

### 3.研究発表

#### (1)雑誌論文

<平成 17 年度>

[雑誌論文] 計 (3) 件

土田徹, 高橋能彦, 大竹憲邦他 2 名 水口流入施肥器を用いた大区画水田における水稻液肥流入の均一施肥方効果と効率的施肥条件の検討 査読あり 日本土壌肥科学雑誌第 76 巻 2005 年 pp.811-816

斎藤 順, 平泉光一 農産物インターネット生産者直販の実態と特徴 査読あり 農林業問題研究 第 41 巻 1 号 2005 年 pp.158-161

斎藤 順, 平泉 光一 米のインターネット直販における差別化の取組みの実態 査読あり 日本農業経済学会論文集 2005 年 pp.218-223

<平成 18 年度>

[雑誌論文] 計 (3) 件

渡辺秀明, 平泉光一 花卉経営における市況情報の役割 査読あり 農業経営研究 第 44 巻 1 号 2006 年 pp.11-23

井口信和, 元永佳孝 他 3 名 農作物画像共有のための P2P を用いたイメージブローカーシステムの開発 農業情報研究 第 15 巻 2 号 2006 年 pp.155-164

Norikuni OHTAKE, Soraya RUAMRUNGSRI 他 4 名 査読あり Effect of nitrogen supply on nitrogen and carbohydrate constituent accumulation in rhizomes and storage roots of *Curcuma alismatifolia* Gagnep. Soil Science & Plant Nutrition Vol52-1 2006 年 pp.711-716

<平成 19 年度>

[雑誌論文] 計 (4) 件

斎藤順, 平泉光一, 伊藤亮司 インターネットで農産物を購入する消費者の特徴 査読あり 2007 年年度日本農業経済学会論文集 2007 年 pp.264-269

渡辺秀明, 平泉光一, 斎藤 順 農業情報システムの利用実態に基づいた農業者への情報教育の方向性 査読あり 日本農業教育学会誌 39 巻 1 号 2008 年 (掲載決定)

伊藤亮司 品目横断的経営安定対策の限界と新潟県農業の対応課題 査読なし 新潟自治 第 32 巻 2007 年 pp. 5-11

伊藤亮司, 斎藤順 農畜産物インターネット市場はまだ未成熟 査読なし デーリイマン 8 月号 2007 年 pp. 38-39

(2)学会発表

<平成 17 年度>

なし

<平成 18 年度>

斎藤順, 高原康人, 平泉光一, 伊藤亮司, 大竹憲邦, 塚口直史, 元永佳孝 農産物Web  
市場における消費者の購入阻害要因 東北農業経済学会 2006年8月 福島大学

大竹憲邦, 塚口直史, 元永佳孝, 伊藤亮司, 平泉光一, 高橋能彦 大区画水田における窒  
素施肥がイネの生育に及ぼす影響 日本土壌肥料学会関東支部大会 2006年11月 宇都宮  
大学

斎藤順, 平泉光一, 伊藤亮司 インターネットで農産物を購入する消費者の特徴 日本農  
業経済学会 2007年3月 沖縄国際大学

<平成 19 年度>

なし

# 目 次

はしがき	
緒 言 農産物マーケティングにおけるWebによる実験経営学としての可能性	1
	平泉 光一
<b>第1部 実験対象地区の概況</b>	
第1章 実験対象事例における経営展開とWeb直販の論理	3
	伊藤 亮司
第2章 実験対象事例における水稻生産環境の概況	12
	伊藤 亮司 大竹 憲邦 塚口 直史 元永 佳孝
<b>第2部 農産物Web市場における消費者の購買行動の特徴</b>	
第3章 インターネットを通じて農産物を購入する消費者の特徴	15
	齋藤 順 平泉 光一 伊藤 亮司
第4章 農産物の新たな購入経路としてのWebの特徴	22
	平泉 光一 齋藤 順
<b>第3部 農産物Web販売実験に関わる生産技術の研究開発</b>	
第5章 フィールドサーバによる産地情報の収集	27
	元永 佳孝
第6章 簡易な土壌成分分析の開発と施肥管理情報	37
	大竹 憲邦
第7章 米の品質情報に関する肥培管理情報およびそのモニター法	57
	塚口 直史
第8章 農産物の品質情報提供技術としてのFT-IRの可能性と課題	64
	元永 佳孝 大竹 憲邦 伊藤 亮司
<b>第4部 農産物のWeb販売実験の設計と結果</b>	
第9章 実験用Webサイトの構築	73
	齋藤 順 塚口 直史 元永 佳孝 大竹 憲邦 伊藤 亮司 平泉 光一
第10章 Webサイト閲覧と消費者の購買態度	89
	平泉 光一 齋藤 順
結 び	94
	平泉 光一

## 緒言

近年インターネットは農村へも普及が進んだ。だが、農業者がそれを営農に有意義に使いこなせているかと問えば、現実には、他産業よりも取り組みが進んでいないのが実状である。インターネットの可能性は様々あるが、生産者自身によるWeb(WWW)上での農産物の直接販売はその一つである。年々インターネットを使った農産物直販を試みる農業者は増えてきているが、めばしい成果を上げている例は僅かである。かつて日本の農業では、概ね1960年代後半から1970年代前半にかけて機械化と化学化が急速にすすみ、農業機械や農薬等の利用が一般的になった。現在はその頃の技術革新の波とは異なる形で、情報技術革新の新たな波が農業にも押し寄せてきている。だが、技術革新の波に乗りきれない農業者は少なくない。農産物Web市場の発展は、消費者が生産者に求める多様な要望とそれに対応した農産物の一層の差別化とに対応する一つの道であって、農業・農村の振興と消費者の満足に少なからぬ寄与をなすはずである。農産物Web市場の発展に対する阻害要因や促進要因を見だし、さらに実際に現実の営農現場にフィードバックしてさらなる発展を図る方途を探ることは重要な課題であろう。

そこで本研究は、我が国において近年急速に進んできている情報技術革新に対応して展開を遂げている農産物 Web 市場の動向を踏まえ、インターネットに対応した農業経営によるマーケティングのあり方について検討を加え、現実の問題への解決の途を探ることを目的とした。

このような問題解決を図ろうとする現場指向型の研究は、必然的に異分野融合型の研究として企画されることになる。そうなるのは、現実にもその必要があるからである。現実の営農は、様々な活動の集合であり、栽培・飼養だけでなく、財務管理も行っているし、機械作業も行っている。営農の現場で出てくる様々な課題は、部分的な特定の専門分野からのアプローチのみで解決できるとは限らない。現実にも総合的な問題解決の取り組みがなされている。我々は研究のレベルでも総合的な取り組みを試みようとしている。

その際の研究方法としては、社会科学で多用される調査研究ではなくて、「実験経営学」と名付けたように、実験的な方法でのアプローチを選択した。本研究における経営的な実験は二つの実験から成り立っている。

第一の実験は、マーケティング・リサーチの実験である。農業経営が設置する農産物直販サイトでのマーケティング戦略を策定するには、消費者の嗜好や関心を踏まえて、商品としての具体的な農産物に対する購入意欲や価格反応を調べる必要がある。ネット上での農産物販売では現物の確認が出来ず、さらに農産物は工業製品のように規格化されていないので、販売サイト上で提示する商品情報が大きな意味をもつ。この商品情報について、消費者の属性をほぼ一定に統制しながら、異なる水準の情報量を提示して、消費者の購入意欲や価格反応等の違いをみることで、ネット販売にとって重要な商品情報のありかた(プロモーションのありかたのひとつ)を探ることが出来る。従来は質問紙による調査が普通であったが、現在はネット上での消費者調査が行われるようになってきているが、本研究では、マーケティング・リサーチの実験環境もネットにおくこととする。所謂ネット調査であるが、この調査方法ではCGIなどのサーバ側プログラムを使うことで、回答時間



のモニタリングや不完全回答の抑止などを行うことが出来る。本研究では、ネット調査の技術的な可能性をなるべく活かすような実験を行っている。

第二の実験は、現地実証試験としての実験である。現存する農業経営を実験対象とし、栽培管理等の技術的な実験の結果と第一の実験の成果を逐次経営サイドにフィードバックしながら、その農業経営が行う農産物の Web 販売事業の内容を「発展」させることを目指すものである。

本研究の課題と方法の概要は上記の通りであるが、その細目については、以下の各章で触れることになるので、ここでは省略したい。

この報告書では研究の成果を次のとおり、4つの部に分けて論じることにした。4部構成の第1部では、実験対象地区の概況を述べる。第2部では、Web 調査による米の消費行動の解明を行なう。この Web 調査は上記の第一の実験の予備調査にあたる。第3部では、農産物 Web 販売実験に関わる生産技術の研究開発の成果を報告した。この成果は、第一の実験において消費者に提示する情報源であるとともに、第二の実験の一部でもある。第4部では、第一の実験である農産物の Web 販売実験の設計と結果の概要を示す。

(平泉光一)

# 第1部

## 実験対象地区の概況

# 第1章 実験対象事例における経営展開とWeb直販の論理

## 1. はじめに

本研究では、具体的な一農業経営体を分析対象として設定するために、まずは、その実験対象事例の概況および位置づけを明らかにしておく必要がある。そこで本章では、本研究で実験対象とする「森光担い手生産組合」の経営概況について、主に①経営展開、②農産物販売状況、③Web販売の課題に焦点を当てて整理する。

若干、結論を先取りして、その特徴および位置づけを挙げるとすれば、後に見るように、本研究で実験対象とする「森光担い手生産組合」は、新潟県では比較的早期に立ち上がった集落営農組織であり、しかも任意組織が法人化に発展した「優良事例」であり、集落一丸となった「ぐるみ型集落営農組織」として、コメ直販や加工製品化等の販売対応や特定農業法人として集落の農地集約や農地集積準備金を有効活用した施設投資等に取り組む積極的経営展開を特徴とする。しかしながら、そのような「優良事例」でさえ販売面では大きな課題を抱え、個人客を主体とした口コミ・マーケティングに頼る既存のコメの販売事業は、今後の顧客拡大に課題を抱える。その中で、新規販路開拓や既存顧客の囲い込みが経営課題となりつつあり、そこにWeb販売の立ち上げ、強化を求める強い動機が存在する。また、組織内的には、当初「ぐるみ型集落営農」の強みを発揮した多数の組合員(構成員)による経営参加・協業が、積極的な経営展開の基礎となってきたが、現在、多くの組合員が「地主化」しつつあり、「地主化」した組合員の地代支払い要求に応えることが組織目的化することによる高コスト体質や広告・宣伝費を始めとする販売費に多くを割けないという制約を生んでいる。そのような制約のなかで経営確立を図るには、農産物(コメ)の直接販売による販売単価の引き上げが大きな課題となり、その際、Web販売への期待はますます高まる傾向にある。

以下では、地域概況を踏まえつつ、組織化の経緯や経営展開、さらにはそこで生じている経営課題を整理し、Web直販の展望と課題を明らかにする。

## 2. 地域概況および組織概況

### 1) 地域および集落の概況

新潟県長岡市小国地区は、新潟県の中越地方にある。2005年4月に合併するまでは小国町が行政単位であったが、現在は、長岡市の一部を成し、長岡市のなかでは最も南西(長岡市内中心部からは約30km)に位置する。豪雪地帯に位置しており、冬季には概ね2mの積雪があり、過去20年でみると3.9mの年もあった。隣接する市町村は、柏崎市(旧高柳町)および十日町市(旧川西町)、小千谷市である。このうち十日町市および小千谷市は魚沼地方に属し、そこで産するコシヒカリは魚沼産コシヒカリとして一段上の価格水準で取引され、小国地区は食味評価としてはそれら地区と遜色のない高い評価を受けるが、価格面では、新潟一般コシヒカリとして相対的に低価格で出荷される。

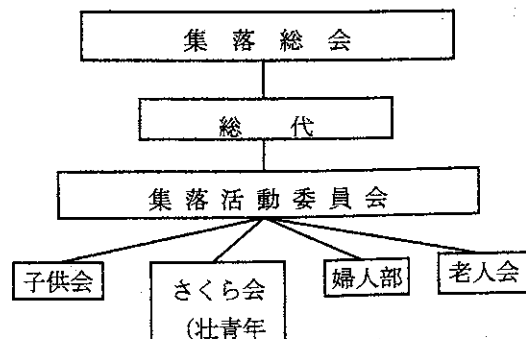


図1-1 森光集落における集落組織概要

森光集落の位置する小国地区南部は、なかでも魚沼地方に接し、良食味米産地として定評がある。地区の人口は約8千人であるが、年々人口の減少が続いている。面積の多くを中山間地域が占め、山間の傾斜地の狭小水田も少なくないが、信濃川水系の渋海川が小国地区を縦断しており、渋海川の両岸のみ沖積層の比較的平坦な水田地帯を形成している。農協はJA柏崎(合併前はJA小国)の管内である。農地の9割以上が水田で、農業粗生産額のほとんどが米である。

森光集落は小国地区の南西部にあり、集落総戸数63戸のうち農家数45戸(そのうち自給的農家21戸)、耕地面積50ha(うち田は47ha)、農業従事者118人(150日以上農業専従者なし)である<sup>4)</sup>。渋海川に隣接する平坦部以外は山林が大部分を占める。集落の居住域は平坦部とその東南の山裾に位置する。兼業農家の割合が高く、農業従事者の高齢化も進んでいる。農家の農業依存度は低い。集落内水田のうち、19haが渋海川東岸の平坦部水田(圃場整備田)で、残りは居住部の先の山裾の棚田(未整備田)7haおよび、更に先の山林部を挟んだ山の反対側に位置する棚田(未整備田)21ha(うち耕作放棄地3ha程度)から構成される。居住部の先の棚田約7haは中山間地直接支払制度の集落協定部分である。山の反対側農地は、農業振興法の指定を受けておらず同制度の対象外である。集落でのカウント法によれば集落内農家数57戸で、そのうち平坦部の区画整理田に所有面積を持つ農家が46戸(それ以外に他出集落外所有者8戸)、棚田の未整備田にのみ水田を所有する農家が11戸ある。

図1-1のように、集落組織としては、集落総会が最上位の承認・決定機関であり、そのもとに集落総代が投票により選ばれている。通常2年任期で再任1回まで、現在の総代は60才台の男性であるが、後に見る「担い手生産組合」では、副組合長を長くつとめた人物である。総代のもとに集落活動委員会が組織されているが、この委員会が集落行事や都市・農村交流(グリーンツーリズム)を担う実働組織である。集落活動委員会は、集落内の5~6戸の地区ごとに1名ずつ選出される委員の他に、子供会(後継者妻世代で組織)、さくら会(壮青年部であり、多くは後継者および若手世帯主)、婦人部(世帯主妻および世帯主母世代)、老人会(世帯主および世帯主父世代)からも数名が加わる。通常の事業の他に、集落の振興計画である「集落活動計画」の策定をも担っている。「集落活動計画」は、1993年に第1次計画、その後2000年に第2次計画が策定されている。第1次計画では集落営農による農業の組織化が、第2次計画ではコメ独自販売や都市農村交流が計画され、それによって集落合意のもとで取り組まれている。

## 2) 組織概況

「担い手生産組合」の設立契機は、1992年に採択された県営圃場整備事業(担い手育成基盤整備事業)である。これにより1993年には、渋海川沿いの平坦部の水田19haが0.5~1ha規模の大区画圃場として整備され、これまでの個別完結型営農体制では、圃場1枚に耕作者が3~4名入るといった状況が生じることから、整備後の営農・圃場管理体制を合理化するために立ち上げられたのが、前身となる任意組織の「森光担い手生産組合」である。この時、圃場整備とセットになったソフト事業で、農機具庫およびトラクター35ps1台、コンバイン1台、育苗ハウス等が整備された。その後、1998年に経営体質の強化を図るなどの理由で法人化し、以降、事務所・コメ乾燥調整施設、作業場が整備され、コンバイン1台、ユンボ1台に加え、コメ直売に向けてのエアコン付きコメ貯蔵庫、精米機などが導入された。

森光集落の生産組合は参加戸数49戸で、このなかには、他出者等の集落外在住者8戸を含む。前身である任意組織の性格を受け継ぎ、組合員は圃場整備田に農地をもつものに限られ、未整備棚田部分にのみ農地を持つ11戸は最初から非構成員である。当初は圃場整備田19ha

を中心とし、それに頼まれた場合に、組合員所有分の未整備棚田の作業受託を引き受ける体制であったが、次第に非組合員を含む棚田部分の耕作面積が増加している。現在、組合が耕作する面積は約 37ha で、うち水田は 36ha であるが、そのうち 19ha が圃場整備田、17ha が中山間地の未整備棚田である。

法人としての売り上げ部門は、①JA へのコメ出荷販売、②棚田米「もりひかり」の独自精米販売、③水稻の育苗事業、④棚田部分の作業受託である。2004 年には独自の商法登録を行い、この間、独自販売に力を入れてきた。表 1-1 に示したように、総売上高 38,329 千円のうち、JA への出荷米の売上高が約半分を占めるが、独自精米販売の売上高もそれに次ぐ 40%弱を占める。独自精米販売には、特に食味評価の高い棚田部分で取れたコメを使い付加価値販売を狙っている。年々販売数量は微増しており、JA 出荷米の価格低下も相まって、総売上高に占める割合が高まっている。作付品種は、主食用米では「コシヒカリ」および「こしいぶき」が主体だが、その他に、酒米品種「一本メ」を 23a 作付けている。酒米品種は都市・農村交流事業(表 1-2 参照)のなかで「田植ツアー」「稲刈りツアー」に利用され、また刈り取り後は、新潟市内の酒造業者に委託製造を行い、集落産原料 100%の清酒「もりひかり」として、組合員でもある集落内酒販免許保持者の酒販店を通じ、集落内外に販売され、地域の特産化あるいはコメとセットになった年末贈答用商品として精米販売の販売促進として機能している。

表 1-1 森光担い手生産組合売り上げ構成 (単位: 千円, %)

	JA 米 出荷	米独自 販売	水稻 育苗	作業 受託等	計
売上高	19,305	14,976	3,410	638	38,329
割合	50.4	39.1	8.9	1.7	100.0

資料:「組合損益計算書」2007.2

人員体制は、役員 3 名、会計担当係 1 名に加え、2006 年より 30 才台男性 1 名を専従者として年間雇用する体制となった。現在、平日の農作業は、この専従者に加え、2~3 名(役員中心)が作業オペレータとして担い、農繁期の土日等には、更に組合員の若手数名が加わる。現組合長は、2 期前の集落総代であり、前組合長も 3 期前の集落総代であった。現集落総代が前副組合だったことも含め、集落組織とは密接に連携しながら運営されている。会計面の体制も整い、本格的な企業会計を導入し、決算報告書では、貸借対照表や損益計算書、原価報告書が作成されている。生産組合の会計担当者は、1 級建築士兼行政書士で自営しており、専門的な知見・経験を生かしている。合理的な経営管理の追求は、この会計担当者の手腕と献身によるところが大きい。

### 3. ぐるみ型集落営農組織としての経営展開

#### 1) 集落一丸となった協力体制と生産組合の果たす集落機能

以上見てきたように、森光担い手生産組合は、集落内の大部分の農家が参加する「ぐるみ型」集落営農組織という特徴をもつ。その展開は、法人化前の任意組織時代から、集落一丸となった取組に支えられてきた。1992 年度の県営圃場整備事業(担い手育成基盤整備事業)が採択され、それを契機として 1994 年に圃場整備後の水田作業受託のための任意組織の立ち上げが図られるが、当時は貸しはがしも活発に行われ、集落一丸となった組織への作付集約への取り組みが進められた。結果として 41 戸が組合へ農地委託することになり、ここに小国地区では嚆矢となる集落営農組織が誕生する。当初の集団耕作による作業合理化と農機具費用等の節減を志向する生産面の合理化を目指した組織としての性格から 1998 年の法人化以降は、コメ独自販売事業や都市農村交流事業へといわば外向けの展開をするようになるが、その際も、集落一丸となった協力が参加が行われてきた。

まず、コメ独自販売については、これまで JA への出荷以外に販売先を持たなかった集落にとって未知の領域への船出であった。当時は集落の研修として、東京まで精米パックのサンプル品を持ち込み集落構成員が思い思いの営業回りをしてみるといった活動も行われた。その中で実績が上がっていったのが、各集落構成員の親戚・知人関係への個人的販路の拡大であり、もともと縁故米として流通していた分を超えて顧客の掘り出しが意識的に図られた。その際、現在は他出して主に関東圏に在住する森光出身者やその子供世代等の集落に愛着を持つ親類縁者の存在が重視され、それら親類等の関係者を起点として、口コミでの販路拡大が販路構築の強い武器となった。

その後 2001 年より、都市・農村交流事業(グリーンツーリズム)が生産組合および集落活動委員会により立ち上げられる。内容としては表 1-2 の通りである。生産組合としては、この交流事業がコメ独自販売のための販売促進・顧客拡大として機能し、顧客対象は、コメの販売顧客とほぼ重なり、親類・縁者を起点として口コミで拡大したその友人・知人が対象となっている。立ち上げにあたっては、まず、それら縁者・知人等の関係者を顧客と見立てての予備事業を 1 年間行い、そこで把握された交流ニーズを基に集落活動委員会でツアー内容を吟味し、全員出勤態勢で臨んでいる。調理や給仕は婦人部を中心に、仕入品調達や当日の案内・接待役はさくら会が中心に担い、必要に応じて若い世代や高齢世代も応援に入る。イベントへの集落構成員の参加とともに、「担い手生産組合」が販売窓口となる年末贈答用の「もりひかり」酒・米セットでは、セットに入れる漬物を女性部が開発・製造し、また老人会がしめ縄を作成する等の取り組みが行われ、集落組織と生産組合の一体的な関係が構築されている。他にも、春先の道普請(集落内道路整備)が生産組合の仕事として組合のコンボが使われ、専従者は必ずそれへの参加が求められる等、本来、(集落から一定の距離を置いて)圃場整備田の所有者による協業組織としての性格を持つ生産組合が、集落機能の一部を担い、また、集落組織の活動と一体となって事業展開が行われる側面が強まってきている。他にも生産組合の会計担当者が、(個人的には集落協定内農地の所有者でないにもかかわらず)中山間直接支払制度の会計事務を担当するといった例もある。近年の未整備圃田の作業受託拡大もあり、本来、圃場整備田の効率的維持管理および安定的地代支払いのための機能的組織という建前的一方、益々、「集落(みんな)の(地縁)組織」という実態的側面が強調される。

2) 組合員の参加意識の変化と地主化

しかしながら、近年、そのような密度の濃い参加体制に変化の兆しが現われている。集落と生産組合の密な関係はそのまま、むしろ強化される半面、「集落が支え、育成する組合」から逆に「集

表 1-2 森光集落グリーンツーリズム概要

No	イベント名	内 容	実施日時
1	山菜取り 体験ツアー	雪解けのさなか芽吹いた「旬」の山菜を収穫し、お昼に「テンプラ」にしてお召し上がり下さい。	4月29日(日) 10時より
2	田植え 体験ツアー	幻の酒米「一本ノ」を手植え栽培で「復活！」秋には、清酒にてお手元にお届けいたします。	5月13日(日) 10時より
3	チマキづくり とほたる観賞	瑞々しい笹の葉で郷土食「チマキ」を作ります。夜は幻想的なほたるの光を楽しみます。	6月23日(土) ～24(日) 10時より
4	稲刈り 体験ツアー	春に植えた「一本ノ」。いよいよ稲刈り、収穫の秋です。良いお酒になりますように。	9月9日(日) 10時より
5	どんどん焼	小正月の伝統行事です。稲ワラで作った塔に火をつけ、餅やすめるめを焼いて無病息災を願います。	1月13日(日) 11時より

資料: イベント案内 2007(一部抜粋)

落の面倒を見て、集落を支える組合」への意識転換が、その内容である。あるいは、集落活動委員会の委員や生産組合の役員・専従者等と末端の集落構成員あるいは組合員との間の意識ギャップの存在である。

組織立ち上げから14年、法人化から数えても10年が経ち、①組織立ち上げ時に、世帯主だった層の一部代替わり、②農地委託の長期化に伴い農作業をあまりしなくなったことによる、単なる委託者(地主化)に近くなった組合員の農業への関心低下や生産組合の経営内容についての理解不足、③生産組合経営の安定化・安定的な地代支払いの継続による「安心感」と「依存心」の醸成、④人材活用の固定化とそれに伴う末端組合員の参加レベルの低下が進む。

上記のごとく、生産組合の販売事業の中で位置づけが高まっている部門としてコマ独自販売部門があるが、その顧客は口コミで広がった個人客をベースとしており、その維持・拡大には、とりわけ交流事業(グリーンツーリズム)を始めとした顧客とのコミュニケーションの充実化が課題となる。しかしながら近年、適材適所の人材配置の一方で、交流事業への組合員参加が固定化し、それ以外の人は無関層を形成しつつある。

表1-3は、集落活動委員会が2006年に回収したアンケート(回収103枚、無記名)により、コマ独自販売や交流事業(グリーンツーリズム)を振興してきた「集落活動計画」の今後についての意向を聞いたものである。「現状のままでよい」が65.7%と多数を占める一方で、「縮小廃止」はごく少数にとどまる。「もっと発展させるべき」の割合は28.3%と比較的高く、一見積極的な側面を見せるが、その場合の自己の参加意向を聞くと、「積極的に協力したい」とした意向は少数で、(総論としては発展していくべきだが、自身は)「協力できない」とする意向が最大となっている。

表1-3 集落活動計画についての住民の意向

もっと発展させるべき				現状維持	縮小廃止
積極的に協力	協力	協力できない	小計		
5	11	12	28	65	6
(5.1)	(11.1)	(12.1)	(28.3)	(65.7)	(6.1)

資料:集落活動委員会「活動計画についてのアンケート」  
2006.3

他方、生産組合の運営の仕方については、今後とも集落および集落活動委員会と生産組合が協力し合うことが良いという意向が大多数を占め、「それぞれが別々に行動した方が良い」はごく僅かに過ぎない。具体的に今後の方向を聞いた設問に対しては、表1-4に示したように、様々な集落機能を担う現状のあり方に満足(48.5%)し、より積極的に活動に参加するひとの意向を反映する方向での改善を含め、その基本路線の継続を大半が支持する一方で、「今後は、より積極的に参加したい人のみが集まって機能集団として営農確立を目指すべき」とした、いわば集落から相対的に距離を置いた経営体としての純化を志向する意見は少数にとどまる。

表1-4 生産組合の方向についての住民の意向

今のあり方に満足	より頑張るひとの意向反映	積極参加者のみの機能集団化	分らない無回答
48	26	11	13
48.5	26.3	11.1	13.1

資料:集落活動委員会「活動計画についてのアンケート」  
2006.3

その上で、表1-5に示すように、生産組合の運営の仕方については、基本的に「今のメンバーが頑張っている」ので、彼らに引き続き頑張ってもらいたい」とする一方で、「集落内の多様な意見を取り入れるべき」あるいは「メンバ

表1-5 生産組合の運営体制についての住民意向(複数回答)

今のメンバーに	もう少し多様な意見取り入れ	メンバーの一部入れ替え	全員交代	分らない無回答
82	33	22	0	26
80.4	32.4	21.6	0.0	25.5

資料:集落活動委員会「活動計画についてのアンケート」2006.3

一の一部入れ替え」等の批判的意向も両立している。更には、

「分らない」「無回答」が他の項目に比して特段に多くなり、全体の 1/4 を占めている点も見逃せない。全体として、「行事等の面倒なことは役員等に人任せにしつつ、(みんなの組合なので)口は出したい」という傾向が見て取れる。

### 3) 役員層と末端組合員層の意識ギャップ形成と「ぐるみ型」集落営農組織の経営制約

経営の安定化および人材活用の専門化も、全体としての参加意向低下の要因足りうる。法人化以降の適切な経営管理や会計処理により、生産組合の収支状況は良好を維持してきた。その間の会計担当者の腐心・貢献は非常に大きく、経営成果は、それら役員等の尽力の賜物であった側面が強いが、それら状況はかならずしも集落内および組合員の共通認識にはなりきれておらず、本格的な会計処理も却って素人にはわかりにくい場合があり、役員等と末端組合員の意識にギャップが生じつつあることは否定できない。特に良好な経営の成果として、地代支払いが安定してきたことが危機意識の欠如、依存心の情勢をまねいた面がつよい。法人化時に設定した高米価時代の地代水準 5.2 万円/10a が長年継続し、専従者雇用時に給与支払い原資を確保するため 4.2 万円/10a、更に次年度からは JA の仮渡し金水準の大幅下落(10,000 縁/60kg)への対応のため 3.7 万円/10a へと支払地代を引き下げつつあるが、それでも小国地区内の他集落と比べると引き下げ時期が遅れ、また引き下げ後も他集落より 5000 円～10,000 円/10a 程度高い地代を実現しており、そのことは生産組合への信頼感を高める一方で、任せっきりにしていても安心という雰囲気と呼んだり、厳しい農業情勢への危機感が芽生えないデメリットをも呼んでいるという。

このような経営基盤のもとでの法人経営は、必ずしも収益拡大に向かって合理的な運営が行えるとはいえない状況を生む。地代支払い安定化のためにも、あるいは通年雇用労賃の安定的支払のためにも販売事業の充実、なかでも販売単価の高い独自販売部門の充実化が求められ、顧客確保・販路拡大への取り組み拡充が求められるが、そのための広告宣伝費の計上は低水準にとどまる。また、旧来の個人営農の感覚(あるいは JA 出荷を基本とした感覚)から農作業にたずさわる実労働への賃金支払いに比べ、事務作業・管理作業を重視しない傾向もあり、販売管理(苦情対応や顧客管理)や販売促進費用の計上や営業活動への投資は、組合の理解が進まない傾向にある。その結果、専従者賃金および農作業オペレーター費用は年間 798 万円を計上する一方で、広告宣伝費(通信費+旅費+接待交際費)は、年間 47 万円と一般管理販売費の 10.5%、売上高の 1.2% を占めるに過ぎず、組合長や会計担当には役員手当て(2007 年度決算書によれば年間 39 万円)が出ているが、労働時間等を勘案すれば微々たる評価額にしかならない。特に販売管理は役員等本人に加え、実質的にはその妻がボランティアで担っており、これら関係者の献身的なボランティア労働で組合経営が支えられているのが実態である。

稲作の生産コストを見ると、作業効率の向上および省力化・農機具費の低減等により一定のコスト低減が図られている。1996 年度の資料によれば、10a 当たり米の生産コストは 78,827 円となっており、新潟県平均の 141,536 円と比較しても一定のコスト低減が達成されている。ただし 2006 年度からの専従者雇用に伴って人件費が増加し、未整備棚田の作業受託による作業効率の悪化もあり、現在は 10,699 円/10a と却ってコスト増の傾向にある。未整備棚田の作業引き受けは、組合にとっては赤字となるが、集落内で出された委託希望は引き受けない訳にはいかず、生産組合としても独自販売に使う重要な商品材料でもあり、採算性とは無関係に、希望があれば引き受けることとなる<sup>vi</sup>。専従者雇用に伴って、農作業オペレーターの労賃が減っていないのも特徴的である。専従者が新規就農者で不慣れな点や未整備棚田の耕作面積増等の要因もあるが、同時に、



協業体制の維持による結集維持のためにも農作業に関わる作業者を確保することは参加意識醸成のために必要であり、いわば組織論的必要性のもとで経営合理的な方向には必ずしも向かわない集落営農ならではの性格があらわれている。このような内部状況のもとで米価が低落しているのが現状で、2007年度の決算状況はJAへのコメ売上高が約10%低下したこともあり、営業利益は赤字を計上した。営業外収益で補われるため経常利益では黒字を維持しているが、今後、更にコメ価格が低下していくなかでは新たな対応が求められよう。

このように米価下落のもとで、高地代・高労賃の維持を求められる組織の性格の中では、販売強化・販路拡大が求められる状況にも関わらず、そのための役員報酬や広告宣伝費への支出は極めて制約がかかるという状況を生み出している。

#### 4. コメ販売事業の現状とWeb直販の課題

次に生産組合のコメ販売事業の中身を検討しよう。上記表1-1の通り、JAへのコメ出荷および精米の独自販売が販売事業の主体であるが、JAへのコメ出荷の売上高は、近年価格低下から減少している。他方、精米販売は量的にも微増傾向を維持し、販売単価も変化していないため相対的に比率を高めている。JA出荷分のH18年産の農家清算価格は、17,000円/60kg程度と予想されるが、H19年産は、仮渡し金水準で10,000円/60kgで追加払いの見込みはあまり大きくはなく、場合によっては前年比3000円以上のダウンが見込まれる。反収や等級にそれほど違いはないので、単純計算で1500万円台へと大きく減収する見込みである。他方、精米独自販売は、農協への販売よりもかなり高めで販売されており、個人顧客には4万円/60kg、東京の新潟県アンテナショップで3.5万円/60kgとなっている。次年度には、数量的に少し増えたとすれば同じく1500万円台の売り上げが見込め、JA出荷と並んで最大の売上部門となりつつある。精米独自販売の販売先の多くは個人顧客であり、集落出身者等の親戚縁者筋あるいは集落の交流の取り組みでのイベント参加者が主体である。米穀店との取引も新潟市内に1件・千葉県内に1件あるが、どちらも交流参加者であり、そこで求められる販促活動は個人顧客への取り組みの延長である。いずれにせよ、販売単価も高く、売上高としても最大部門となりつつある個人顧客の拡大・維持が販売事業における最重要課題であることは間違いないが、そのための取り組みは、集落構成員による口コミ販促も一巡した感があり、現在は、それほど取組実績が上がりなくなってきた。今後は、更なる交流事業の充実化と交流顧客の取り込みが課題であるが、そこでも集落内参加者の固定化や参加意識の低下が問題となりつつある。更に、広告宣伝費に多くをかけられないという生産組合の性格をも勘案すれば、①コストをあまりかけずに集落および生産組合あるいは精米ブランドの「もりひかり」の認知を高める必要、②商品の売りが、良食味米であるという客観的な表示のしにくい点であることから、試食や交流時の体験等、実際に手に取り食味を確かめる場面(または、それに準じた情報提供)の提供の必要、③天然の湧水からなる用水や中山間地の良好な環境のもとでの棚田米という商品の売りを伝達する体験またはそれに準じた情報提供の必要、④既に交流事業や縁者からの情報により集落や生産組合に対する知識を有していたり、商品の購入経験がある人への情報提供や購買密度を高めるための販売促進の必要性が指摘できる。このような情報発信および認知機会の拡大を図るためには、Webによる情報提供は、本来適しており、適切な情報提供がなされれば販売サイトを通じた販路開拓の可能性は高いと考えられる。個人顧客への情報提供は、これまで既存顧客向けに年一回程度の交流事業案内の郵送に止まり、新規顧客開拓の手法および既存顧客への密な情報提供の手段を欠いてきた面が否め

ない。更には、減農薬栽培等の栽培技術改善や適期作業による品質向上等の情報提供も今後大事な課題であるが、既存情報提供方法(案内郵送や交流時の説明)では、なかなか伝わりきらず、その点も Web を通じたコミュニケーション充実化の課題であろう。これら Web を通じた情報提供およびそれを契機とした販路拡大は、既存ルートを持たず、しかも高単価販売が必要なため業者依存の販売には立脚しにくい集落営農組織の場合、唯一の手法として、その可能性追求が求められる。

また、末端組合員と役員層との意識ギャップの問題を考える場合、今後は、Web サイトを通じた情報発信は、対外的な目的に止まらず、組織内の参加意識醸成を目的とした取り組みとして Web 販売サイトが利用されることも求められる。表 1-3 に示される集落活動委員会への積極的参加意向を表明した 5 名のうち 4 名は 20 才台であり、これまで必ずしも参加が活発ではなかった健全育成部(子供会)層である。これら若手の参加は、集落としても重要であり、IT 世代が農村の担い手となる上でもその可能性が追求されねばならない。

## 5. まとめ

以上、見てきたように、本研究で対象とした「森光担い手生産組合」は、新潟県の中山間地に位置する農村集落を母体として組織化された「ぐるみ型集落営農組織」であり、比較的早くから法人化を進め、コメ直販や加工製品化等の販売対応や特定農業法人として集落の農地集約や農地集積準備金を有効活用した施設投資等に取り組む積極的経営展開を特徴とする「優良先進事例」であるが、そのような「優良事例」でさえ販売面では大きな課題を抱える。個人客を主体としたロコミ・マーケティングに頼る既存のコメの販売事業は、今後の顧客拡大に課題を抱え、JA への出荷販売は、近年の価格低落の影響を受けて採算性が悪化している。その中で、新規販路開拓や既存顧客の囲い込みが経営課題となりつつあり、そこに Web 販売の立ち上げ、強化を求める強い動機が存在する。また、組織内には、当初「ぐるみ型集落営農」の強みを発揮した多数の組合員(構成員)による経営参加・協業が、積極的な経営展開の基礎となってきたが、年経るごとに組織内の「担い手」が固定化・少数精鋭化するなかで、多くの組合員が「地主化」し、組織の性格が変わりつつある点も特徴として指摘できる。このことは組織経営にとっては、「地主化」した組合員の地代支払い要求に応えることが組織目的化することによる高コスト体質や広告・宣伝費を始めとする販売費に多くを割けないという制約を生みがちである。そのような制約のなかで経営確立を図るには、農産物(コメ)の直接販売による販売単価の引き上げが大きな課題となり、そのなかで Web 販売への期待はますます高まる傾向にある。

以上、本論では対象事例に則して農業経営体が持つ Web 直販への論理を整理したが、そのような論理は、ひとり対象事例である「森光担い手生産組合」だけのものでないことはいうまでもない。新潟県は、これまで集落営農の育成が必ずしも順調に進まず、未だ自己完結型個別経営への農家の意向が強い地域であった。しかし、高齢化による担い手不足、近年の急激な米価下落に伴う農業収入の減少への対応を図る論理、あるいは、2007 年度からの品目横断型経営所得安定対策に絡んで急速に進む、行政・農協系統組織あげでの集落営農組織の育成状況を踏まえると、対象事例の抱える事情や論理は、広く県内あるいは国内の生産組織や農業経営体に多かれ少なかれ共通する論理である可能性は高い。しかも、本論で取り上げる森光集落およびそこで展開される森光担い手生産組合は、県内では、数少ない比較的早期に立ち上がった先発組織であり、かつ、集落のほぼ全戸が参加するという形態を維持する「優良」事例である。ここでの展開過

程を整理し、そこで現在発生している諸課題を整理することは、これに続く後発組の今後を考える上でも重要であろう。実際、小国地区では、森光集落での展開を見本に、震災復興の要素も絡みながら、現在 8 集落で、集落営農組織が立ち上がっている。また、2005 年 3 月策定の小国町最後の町振興計画では、「交流による復興」や「グリーンツーリズム」が掲げられ、森光を手本とした都市農村交流事業による地域振興が全町規模で取り組まれる方向が提示されている。これら後発組が森光を見習いながら成長していく過程において、今後、同様の状況が他地域や他組織においても展開されることとなる。

---

i 卸業者の評価に基づく市町村別の食味評価を示した『米マップ 2004』によれば、県内各市町村を特 A から F までの 7 ランクに分けたなかで、小国町の評価は A となっており、小千谷市、川西町と同水準である。ちなみに魚沼各郡以外で A 評価が与えられているのは小国町のみである。

ii 2000 年農林業センサス集落カードより

iii 小国町では、町出身者で組織する「東京小国会」が現存し、町行政もその名簿化等の業務を支援しており、他出身者とふるさとの小国町の関係維持また他出身者同士のコミュニケーションが図られている。

iv 同アンケートによれば、「集落と生産組合、集落活動委員会とそれぞれ別に行動した方が良い」とした回答は、99 回答のうち 2 のみとなっている。

v 以上は、複数の組合役員等からの聞き取りによる。

vi 以上は、生産組合専従者からの聞き取りによる。

## 第2章 実験対象事例における水稻生産環境の概況

### 1. はじめに

本章では、第1章で書ききれなかった実験対象事例「森光担い手生産組合」における農業生産面の状況について、われわれの実験・研究との関わりで必要な点に関して整理することを目的とする。以下では、まず集落内各圃場の圃場条件について整理し、その上で、圃場の土壌成分・地力窒素の状況および栽培管理の現状と課題を明らかにする。

### 2. 集落内における圃場概況

実験対象となる森光集落は小国地区の南西部にあり、集落総戸数 63 戸のうち農家数 45 戸(そのうち自給的農家 21 戸)、耕地面積 50ha(うち田は 47ha)である。渋海川に隣接する平坦部水田 19ha 以外は中山間地棚田が占める。集落の居住域は平坦部水田とその東南の山裾の間である。居住部の先の山裾の棚田(未整備田)が 7ha、更に先の山林部を挟んだ山の反対側に位置する棚田(未整備田)が 21ha(うち耕作放棄地 3ha 程度)ある。居住部の先の棚田約 7ha は中山間地直接支払制度の集落協定部分である。山の反対側農地は、農業振興法の指定を受けておらず同制度の対象外である。

#### 1) 平坦部圃場整備田

1992 年に採択された県営圃場整備事業(担い手育成基盤整備事業)により 1993 年には、渋海川沿いの平坦部の水田 19ha が 0.5~1ha 規模の大区画圃場として整備された。全部で 22 枚の圃場があり(平均 0.86ha)、川上から順に圃場番号が 1~22 番まで付けられて管理されている(第 6 章の図 6-2 参照)。本研究においては、メインの実験田を川中の西端にある No.10 圃場に設定した。収量や礫等用土の条件が一番平均的とのことである。ここにはフィールド・サーバを設置し、圃場の気温・湿度等の気象条件を計測し、また、Web カメラによる葉色計測、土壌成分サンプリング、成育調査を行った。No.10 圃場と県道を挟んだ向かいに「森光担い手生産組合」の事務所があり、フィールド・サーバとセットになった Web カメラが設置されている(詳しくは第 5 章)。

平坦部圃場の特徴としては、圃場整備後の地力減退が、15 年後の今になっても解消していないことで、堆肥の投入が検討されているが、本格的な土づくりは進んでいない。平均反収が 7.5 俵と低迷を続けている。中でも川沿いの No.6、No.7、No.15、No.16 は、土に礫が混じる割合が高く、機械の操作性が悪い特徴を持つ。No.20 および No.19 の一部には、7・13 水害時に土砂が流入した。全体の経営・耕作を「森光担い手生産組合」が担い、一定基準で統一された栽培管理が行われている。

薬剤使用については、成分回数で 5 回の散布にとどめている。施肥については、地力窒素の供給が不足していることもあり、通常、2 回の肥料投入を行う。苗移植後の基肥には、有機系原料を含む「おぐに元機 1 号」(窒素成分 2.0kg/10a)が使われる。その後、生育状況を見ながら追肥を行うが、これには「穂肥 V5」(窒素成分 2.25/10a)が使われる。穂肥が全くいない圃場も一部あるが、逆に追肥 2 回という場合も一部に見られる。

#### 2) 集落周辺中山間未整備棚田

集落居住部とその先東側の山裾の棚田(未整備田)7ha 分であり、全てが中山間地直接支払制度の集落協定面積となっている。ここは本来、生産組合が経営する面積に含まれないが、近年、

所有者(組合員)の高齢化から生産組合に作業委託する例が増えており、生産組合としては、その引き受けは必ずしも経営上プラスとはならないが、組合員サービスの一環として、また、集落協定維持が必要な集落の事情に配慮して積極的に受託している。古くは、水源確保が課題であった地帯で、山向こうから隧道(マブ)を手掘りで掘って水源を確保した歴史を持つ。隣集落との熾烈な水争いの原因となった水田である。生産組合が耕作を受託した部分については、平坦地と基本的に同様の栽培管理が行われ、比較的地力も高い地帯なので追肥もそれほどいらぬ。東向き斜面で日当たりも良く、収量的にも8俵程度が見込まれる。

### 3) 山向こう中山間地未整備棚田

集落周辺棚田の更に先の山林部を挟んだ山の反対側に位置する棚田部分で、水田面積は21haと大きな団地を形成している。しかしながら農業振興地域指定外のため中山間地直接支払制度の集落協定対象面積とはなっていない。古くは山裾の河川を南側斜面に深い水路を掘ることによって拓けた水田であり、全体として重湿田である。機械が入りにくいこともあり、うち3ha程度が耕作放棄地となっている。耕作には一度集落を北へ抜け、隣の小栗山集落を経由して上がっていく農道が整備されているものの乗用車で20分程度かかる不便さを抱える。近年、集落周辺農地同様、担い手生産組合への作業委託が増加しつつあるが、作業効率の面から見るとこの地帯の棚田の維持管理はコスト増の原因となっている。収量的には8俵程度が見込まれる。最上部の棚田2枚は、特に重湿田で機械が入れないため、酒米を利用した田植ツアー・稲刈ツアーを行い集落内外の多数の参加を得て手植え・手狩りで栽培を行っている。

## 3. 平坦部圃場における土壌成分の特徴

### 1) 地力窒素の状況

本研究では、当初、生産組合の行う栽培管理情報をWeb上にアップして、「適切な栽培管理」をアピールすることで、顧客増大等の効果を計測する予定にしていたが、現状の管理状況が必ずしも消費者にアピールしきれないレベルにあることが判明し、そのため、研究内容としては、まず圃場の土壌条件を明らかにして、適切な施肥管理を達成させることがから始めざるを得なかった。

詳しくは、6章に譲るが、調査の結果、土壌からの地力窒素の補給がほとんど期待できない状況が明らかになり、その中でJA等の指導方針に従い、肥料による窒素成分補給を過剰に減らしていた結果、窒素不足による生育不良および食味品質がかえって低下する状況を生んでいることが示された。2005年について、No.10圃場におけるイネの生育調査を行った結果からは葉色計の値も非常に低く、明らかに窒素欠乏が示されていた(表6-1参照)。

そこで本研究としては、No.10圃場を対象に、2006年の作付について、新たな施肥設計を提案し改善を図りつつ、他の圃場についても生育調査データをフィードバックし、それに基づき追肥量を決められるようにした。更にそれらを踏まえ、調査用Webサイト構築に際しては、それらの栽培管理の改善状況を反映した情報提供を行った。

### 2) その他

詳しくは第5章に譲るが、地力窒素の供給不足とともに、圃場の中での土壌成分・土壌物性のアンバランスも大きいことも、収量・品質を低下させている要因である。Webカメラ情報からは、水稻が倒伏するタイミングが同一圃場内の基本的に同じ施肥量の場所で大きくことなっていることが示されている。また、また、pHについても適正值といわれるpH5.5-6.5と比べ低い値を示しており、pHの矯正という観点から代掻き以前の炭酸カルシウムの散布が有効とのことである(第6章参照)。

#### 4. 水稻品質の状況と改善課題

##### 1) 現状の施肥・薬剤散布状況

上記のごとく、生産組合が担う圃場に関しては、薬剤使用成分回数 5 回と新潟県の地域慣行栽培基準 18 回と比較して、30%以下を実現している。また施肥については、地力窒素の供給が不足していることもあり、地域慣行栽培基準(6.0kg/10a)と比較して、低減されているとは必ずしも言えない。通常、2回の肥料投入を行うが、苗移植後の基肥には、有機系原料を含む「おぐに元機1号」(窒素成分 2.0kg/10a)が使われ、その後、生育状況を見ながら追肥が行われる、これには「穂肥 V5」(窒素成分 2.25/10a)が使われる。これを一回使用すると  $2.0+2.25=4.25\text{kg}/10\text{a}$  となり、地域慣行栽培レベルからみれば低いものの農薬および化学肥料の使用を地域慣行の半分以下に減らした「特別栽培米」の基準からみれば、この時点で超えている。穂肥が全くいない圃場も一部あるが、逆に追肥 2 回という場合も一部に見られる。追肥 2 回の場合、 $2.0+2.25+2.25=7\text{kg}/10\text{a}$  となり、地域の慣行栽培の基準をも超える施肥量となってしまう。

この点は、付加価値を高め販売単価増を迫られている「森光担い手生産組合」にとって、農薬および化学肥料を慣行栽培の 50%以下に落とした特別栽培米の品揃えは、必要不可欠であることを踏まえれば、今後は、どうしても乗り越えねばならない経営課題となると考えられる。

##### 2) 食味・品質向上のための栽培管理

しかしながら、同時に懸念されるのは、タンパク質含有量を気にするあまり、窒素投入を抑えすぎることによる食味・品質の悪化である。第7章で示すように、近年の作物学の研究成果から「窒素施用をミニマムに抑えることが良食味につながるわけではない」ことが分かってきており、極端なタンパク質含有量の低下は、むしろ食味・品質を低下させかねない。しかしながら、生産現場では、それが浸透していない面や内心分かっていても施肥量削減を求める消費者指向に合わせざるを得ない面もある。森光産のコメの食味計での計測結果は、精米で 5%台となることもあり、これは明らかに低すぎる数値である。

情報発信としては、食味品質向上という目的に合致した「適切」な栽培管理と「環境保全型農業」としてのアピールは両方求められ、栽培管理としては、今後その両立が必要となるだろう。

#### 5. まとめ

以上見てきたように、①対象事例の耕作する圃場は、大きく平坦部の圃場整備済み大区画水田と中山間地に位置する未整備棚田に分かれ、更に未整備棚田は、集落住居部の先の山裾部分およびその山を越えた反対側部分に分かれる。②また、小国地区では通常、平坦部水田圃場の方が中山間地水田圃場より反収が高い場合が多いのに対し、対象事例の場合、平坦部の収量が低下し、むしろ棚田地域よりも低くなっている。③平坦地水田圃場の収量が低い原因として、供給される地力窒素成分が極端に低いこと、④そのため施肥設計に特段の工夫が必要なこと、⑤更には、今後、産米の商品力を高める上で、特別栽培米等の環境保全型農業を進める上では、減化学肥料栽培の確立が大きな課題となるが、⑥現状の栽培管理は、それを意識しすぎている面もあり、かえって必要量の窒素供給が食味・品質の更なる向上に繋がる可能性があることが明らかになった。

---

1 以上、生産組合長の発言による。

## 第2部

# 農産物 Web 市場における消費者の 購買行動の特徴

### 第3章 インターネットで農産物を購入する消費者の特徴

#### 1. 研究目的

平成16年末にはインターネットの利用者は概ね人口の3分の2に達し(註1)、業者間電子商取引(BtoB)が急速に拡大してきただけでなく、消費者向け電子商取引(BtoC)も普及が進んでいる(註2)。そうした中で農産物の消費者向けインターネット販売も増えてはいるものの、普及のペースは顕著に伸びているとはいいがたいようである。消費者向けの電子商取引に関しては日本通信販売協会による調査研究の成果をはじめとして調査報告は少なくない(註3)。消費者向けの電子商取引のなかで食品全般の動向については概略が明らかにされてきている。とはいえ、食品の中には加工品が相当数含まれており、農産物はその一部を成すに過ぎない。周知のように農産物には生鮮食品が少なくないし、加工品のように規格化されていないので、農産物を購入する消費者は加工品と同様な購買行動をとるとは限らない。さらに、農産物の販売者には消費者への直販を行う農家のような資本力の弱い零細な売り手も多数含まれている。したがって、BtoCの取引実態を把握するうえで食品全般の傾向と農産物を同一視する訳にはいかない。しかしながら、農産物の生産者直販に関する調査研究(註4)に較べると、農産物に焦点をおいたBtoCの消費者調査(註5)は少ない。特に、他の品目との差異に注目した本格的な調査はなされておらず、インターネットで農産物を購入する消費者の属性や行動にどのような特徴がみられるかという点について殆ど知見が得られていない状況である。この状況は、売り手の側からみればBtoCの農産物マーケティングの戦略立案に際して買い手に関する基本的な情報が未整備であることを意味している。本研究では、農産物のインターネット・マーケティングに資する基本情報を得るために、インターネットで農産物を購入する消費者の特徴を他品目との比較の視点を導入して消費者調査によって明らかにすることを課題とした。

#### 2. 方法

オープン型ネット調査(註6)によって消費者調査を実施した。その調査の代表性を確認するため、ネット利用者の農産物購入経験を大規模なモニター型ネット調査(註7)と比較検討した(註8)。

オープン型ネット調査による消費者調査では、ウェブサーバ上にCGI(一部自作)を使ったアンケートフォームを組み込んだ調査用のウェブサイトを構築しておき、公募情報を登録した複数(10カ所以上)の懸賞サイトを通じてインターネットユーザーにその調査用のウェブサイトへアクセスしてもらって回答を得た。懸賞品については、景品の種類によって極力回答者の偏りがでないようにすることを考えて、米を懸賞品とした。米を選んだのは、殆どの方が消費しており、比較的保存しやすいことや、通年を通して入手できることが理由である。高級銘柄米であるJA魚沼みなみの魚沼産コシヒカリ(2kg袋)を選んだ。

オープン型ネット調査の方法を採用したのは、今回の研究対象である母集団がネットユーザー(中心はネットショッピングの経験者)であって住民意向調査等とは違って回答者の偏りが出にくいことに加えて、自前のサーバを用意すればアンケートフォームのプログラムを自由に改変できる自由度が大きいからである。ただし、オープン型ネット調査では、事前に回答者を指定できないため、種々の留意点もある。第1に懸賞品の当選確率を上げることを狙った重複応募への対策としては、応募を一世帯一人に限定し、匿名性が出ないように、氏名、郵便番号、住所、連絡用メールアドレスをアンケート冒頭で記入してもらった(回答者側で自分の個人情報の記入を敬遠する人のために、氏名のみはハンドルネーム(仮名)でも良いとしたが、実際には殆ど仮名はいなかった模様である)。また、職場の住所の記入は禁止とした。さらに、E-mailアドレスを複数保有する回



答者がいるため、アドレスを限定するためフリーメールを原則不可とし、携帯メールアドレスを不可とした。郵便番号、住所についてはアンケート回答時に記入したものを当選時の配送先とし、基本的に変更を認めなかった。氏名や住所、メールアドレスのいずれかが一致した回答が出た場合は重複回答として除くことにした。回答を受け付けた後には、サーバの側で記録しておいた回答者のコンピュータのホスト情報によって重複応募をチェックした。第2に、機械的回答(思慮のないでたらめな回答)を除外するために、アンケート中に文章を変えて同じ内容を聞く設問をつくり、機械的回答には矛盾が生じるようにした。

また、設問の選択肢の順番による順序効果によるバイアスも考慮し、一部設問で選択肢を全く逆にした回答フォームを用意し、回答者がアクセスした時間(秒)が奇数か偶数かによって、二分の一の確率で選択肢の順序が異なるように自動的に振り分けた。さらに、不完全回答が起こらないように、多くの回答箇所を必須入力項目とし、サーバ側のプログラムで制御して未回答項目があれば回答者に記入を促し、必須入力項目が未記入の場合は送信できないようにした。

アンケートは2005年11月と12月の2回に渡って募集を行い、273件(1回目150、2回目123)の回答を得た。重複回答や誤回答等を除く有効回答は254件であった。さらに、オープン型ネット調査の代表性を確認するために、既存の大規模ネット調査の情報を基に性別年齢別分布を統制したモニター型ネット調査を業者委託で2006年3月に実施し、18,344人から有効回答を得た。委託先は株式会社マクロミル(東京)である。

インターネットで農産物を購入する消費者の特徴を把握する方法としては、オープン型調査のデータから消費者がインターネットで購入した品目毎に集計して、購入品目別に消費者の6つの属性(年齢、性別、配偶者の有無、世帯内で主な食材の購入者であることへの該当の有無、インターネットの利用頻度、インターネットの経験年数)を取り上げて比較し、さらに、同一のデータを使ってクラスター分析(註9)を行って農産物に近いグループとその他2グループに分類した上で、上述の消費者の諸属性を比較した。

### 3. 調査及び分析の結果

オープン型調査の結果では、予想通り重複応募が一部にみられたが、判明した分はすべて無効回答とした。花を購入していても農産物購入なしと答えた誤回答者も一部みられた。機械的回答は確認されなかった。残る問題は回答者を事前に指定できないために起こる回答者(サンプル)の偏りである。この点を確認するために、オープン型調査とモニター型調査とで回答者のインターネットによる農産物購入者の割合を比較した。オープン型調査での農産物購入経験者は52人で回答者の20.5%であった。生花を購入したにもかかわらず農産物購入なしとの誤回答者が7人いたが、母比率の推測に限ってはこの7人を加えた方が望ましいので、その分を加えて購入経験者の割合を出すと22.6%になった。他方、モニター型調査による農産物購入経験者は5,508人で30.0%であった。2万人近いモニター型調査は母集団(パソコンによるインターネット利用者)に十分に近いと考えられるが、200人台のオープン型調査は誤差が大きめであることが予想された。母比率の95%信頼区間を計算してみれば、前者の上限28.1%は後者の下限29.4%より約1%低かった。このことは、オープン型調査に偶然の誤差(ホワイトノイズ)以外の系統的な誤差(バイアス)が若干含まれているものと推測される。このように両者の母平均には有意差が確認されたが、誤差が極端に大きいとはいえない。したがって、オープン型調査による回答者の標本平均や標本比率をもってそのまま母平均や母比率とみなすことは避けたほうが賢明であるが、回答者の群別の内部差異の検証は可能であると判断される。

オープン型調査での農産物購入経験者(52人)をネットショッピングの経験者(219人)と属性を比較した。図3-1のレーダーチャートを観察する限りで、典型的な農産物購入者像を特徴づける

と、「ネットを活用する主婦」だとみなされる。購入した品目(カテゴリー)毎にその購入者の属性を比較した表 3-1 によれば、女性、配偶者あり、主な食材の購入者の割合が 10 ポイント以上高く、年齢がやや高く、ネット経験年数がかなり長かった。

表 3-2 をみれば、農産物以外の品目で農産物購入と重複率が高いのは、消費者には商品属性が近いと認知されていると考えられる地方特産物や飲料、食料品等であり、購入パターンが似通っていることがわかる。しかしながら、表 3-1 から分かるように、食料品よりも格段に農産物の購入比率は低い。商品属性が近くても購入比率に差が生じている原因を探るために、商品属性でなくてネットで購入する消費者の属性を購入商品別に調べた結果が図 3-2 から図 3-4 である(属性の項目は第1表と同一の6変数)。図 3-2 はクラスター分析の結果のデンドログラムである。農産物を購入する消費者の属性は、地方特産品、食料品、飲料・酒類等のそれと近いことがわかる。図 3-2 のデンドログラムで農産物を含む 5 品目のグループを第 2 グループ、その上下を第 1 および第 3 グループとよべば、図 3-3 にみるように、各グループの消費者の属性が異なることがわかる。農産物はネット経験年数が特に大きい。第 2 グループ内でみても農産物と地方特産品はネット経験年数が特に大きく、食品が小さいのと対照的である(図 3-4)。

#### 4. 考察及び今後の研究課題

以上の結果から、農産物のネット購入では特別な制約が働いていると推察される。農産物の購入者割合は全品目ほぼ中位であるが、ネットの経験年数が長いということは、当然ネット経験の浅い農産物購入者が少ないということである。図 3-1 でネットショッピングの未経験者のネット経験年数が短いことから分かるように、ネット初心者はネットでの商品購入に消極的である。特に農産物は標準化・規格化されていない。さらに、農産物のネット上の売り手には、農家などの零細な業者も多く、消費者が安心して買える仕組みが十分に整っていないケースも少なくない。おそらく農産物は、消費者にとってネット上の経験が豊富でないと買いにくい商品であると推察される。大手の販売サイトは概ね SSL のような暗号化の仕組みを販売サイトに取り入れているのが普通なので、そういった情報を知らない消費者の場合は、自らの技術的な判断をあきらめて企業の信用・評判で代替しているものと考えられる。このように農産物のネット購入はネット初心者には敷居が高く、さらに農産物の主な購買層であるネット経験の豊かな女性は少ないのが現状である。これは明らかに農産物 BtoC の伸び悩みを説明できる要因の一つになっていると考えられる。少なくともネット購入では、消費者からみれば、その商品購入者の属性の違いから判断して農産物と食品を同列に扱うことはできないのではないかと考えられる。

インターネットショッピングにおいて農産物が消費者からみて最も買いにくい商品の部類の一つであり、さらに、食品とも違いがあるということが示唆された点は今回の調査の収穫である。ただし、何故そのようになっているかについては、いまだ明確ではない。今後この点を解明する調査研究(並びに、その点の解決を試みる開発研究)が必要になるであろう。

- 註1)「平成 16 年通信利用動向調査」(総務省情報通信政策局総合政策課情報通信経済室、2005 年)  
2)「インターネット白書 2006」(財団法人インターネット協会監修)他各年版  
3)「第 13 回 全国通信販売利用実態調査 報告書」(日本通信販売協会、2006 年)の他、文献[11]等。  
4)引用文献[1]、[2]、[3]、[6]、[7]、[8]、[9]、[10]、[12]等があげられる。  
5)引用文献[4]、[12]等があげられる。

- 6) 引用文献[5]で「オープンタイプ」に分類される Web 調査方式のこと。「WWW上に調査票を公開し、バナー広告などで調査協力を広く呼びかける。ここでは特定の個人に対しては調査の協力依頼は行わない。」
- 7) 引用文献[5]で「リソースタイプ」に分類される Web 調査方式のこと。「WWW上での広告・告知によって調査協力の意思のある者を募って登録し(リソース化)、その中から実査の対象を選ぶ。」
- 8) ここで利用しているモニター型調査の結果は、別の1千人台のモニター型調査の予備調査として、ネット利用者の年齢と性別の分布を直近のインターネット白書の調査結果と等しくするように統制しながら抽出して実施されたものである。実施規模と標本抽出の方法から判断して、この予備調査の結果は調査時点における日本でのインターネット利用者(携帯電話を除く)における農産物のネット購入者の割合(母比率)をほぼ正確に反映していると考えられる。ただし、予備調査の他の情報は契約外であるため、委託先から提供を受けていない。
- 9) クラスター化の方法は最近隣法で、測定の間隔は1次のミンコフスキー距離を用いた。最近隣法では、クラスター間の距離を求めるのに、クラスター内の点で他のクラスターとの距離を最小にするような点をクラスターの代表として採用してその間の距離をとって階層的に群分けをする。この方法は重心法等と違ってクラスターの規模が違って距離の逆転が生じやすくなる弱点がない。最近隣法では、距離が近い点が数珠繋ぎのように括られる性質がある。この性質は鎖効果と呼ばれて最近隣法のデメリットとされることもあるが、特定の点に注目して併合・分類する場合は、クラスターの重心からその点がどの位置にあっても一緒に併合された群の各点が注目する点と明確な近隣関係にあることが担保されるメリットがある。今回は農産物という特定の品目(点)に注目してのグルーピングなので、最近隣法を採用した。また、ミンコフスキー距離とは一般的な距離で、2次の場合はユークリッド距離に等しくなる。予備的なデータ分析で主成分分析などを行ったところ、主成分プロットで飛び離れた位置にある品目のカテゴリーがあったため、ロバスト性を考慮して通常使われるユークリッド距離は採用しなかった。なお、第3図と第4図は、順位を用いてクラスター分析の結果に基づいたグループの各属性を整理しているが、これは消費者属性の測定単位が異なっていて直接的に比較しにくいためであり、順位データでクラスター分析を行ったわけではない。

#### 引用文献

- [1] 伊藤賢司「インターネット産直の現状と展望」、『農林統計調査』49巻6号, 1999, pp46~55。
- [2] 甲斐 諭「畜産物需要開発調査研究から インターネット販売による畜産物需要拡大の条件解明」154号, 2006, pp. 20~31
- [3] 河野敏明「農産物・食品の電子商取引—流通システム変革の論理と EC—」『流通経済大学論集』38巻3号, 2004, pp. 15~33。
- [4] 農林漁業金融公庫調査室「インターネットを利用した食料品の購入状況に関するアンケート調査」(第17回消費者動向等調査)結果の概要『公庫月報』53巻, 3号, 2005, pp. 54~58。
- [5] 大隅 昇「インターネット調査」林 知己夫 編『社会調査ハンドブック』朝倉書店, 2002年
- [6] 朴 壽永・門間敏幸「農産物・食品に関する企業・消費者間電子商取引の取り組み実態と成功・失敗要因の解明」『農業経営研究』第44巻4号, 2007, pp. 85-95
- [7] 斎藤順・平泉光一「農産物のインターネット生産者直販における売上規定要因とその原因」『農林業問題研究』第39巻1号, 2003, pp12~23。
- [8] 斎藤順・平泉光一「米のBtoC インターネット販売における競争関係」『農業経済研究』76巻3号, 2004, pp169~179。
- [9] 斎藤順・平泉光一「農産物インターネット生産者直販の実態と特徴」『農林業問題研究』第41巻1号, 2005, pp158~161。
- [10] 津國 実「消費者に対する電子商取引の有効性と限界に関する一考察」『近畿大学農学部紀要』35号, 2002, pp. 55~69。
- [11] 上田隆徳「インターネット販売戦略の枠組——習慣的考慮型 VS 熟慮型ネットショッピング」『マーケティングジャーナル』20巻2号, 2000, pp. 4~41
- [12] 山口晃・後藤英明「農産物の電子商取引に係る意向調査結果」『長期金融』85号, 2002, pp19~70。

表 3-1 ネットショッピングにおける農産物購入者の属性の位置づけ

区分または購入品の種目	該当者数	(割合)	女性	平均年齢	配偶者あり	ネット経験年数	ネット利用頻度	主な食材購入者
全回答者	254	100.0%	51.6%	40	64.6%	5.4	91.4%	64.4%
ネットショッピングの経験あり	219	86.2%	52.5%	39	64.4%	5.5	93.2%	66.7%
衣料品・ファッション	100	39.4%	65.0%	37	61.0%	5.8	93.4%	75.0%
旅行・宿泊等の予約	96	37.8%	60.4%	39	72.9%	6.5	93.2%	68.8%
食料品	91	35.8%	61.5%	41	69.2%	6.1	94.3%	76.9%
書籍	89	35.0%	61.8%	38	60.7%	6.6	93.7%	70.8%
コンピュータ・周辺機器	74	29.1%	33.8%	41	56.8%	6.9	97.9%	70.3%
AV 機器・家電製品	61	24.0%	39.3%	41	59.0%	6.8	95.2%	67.2%
地方特産品	56	22.0%	62.5%	41	71.4%	7.2	94.4%	76.8%
化粧品・健康食品等	55	21.7%	80.0%	39	63.6%	6.2	94.8%	89.1%
農産物	52	20.5%	63.5%	42	78.8%	7.1	95.3%	75.0%
コンピュータソフト	48	18.9%	29.2%	43	62.5%	6.1	96.1%	58.3%
飲料・酒類	47	18.5%	59.6%	40	72.3%	6.2	93.8%	72.3%
アクセサリ・貴金属	40	15.7%	55.0%	38	57.5%	5.6	95.2%	72.5%
音楽・美術	40	15.7%	42.5%	38	50.0%	6.3	93.9%	65.0%
映画・演劇等のチケット	37	14.6%	59.5%	39	59.5%	6.7	94.2%	75.7%
文具・日用雑貨	29	11.4%	62.1%	38	55.2%	5.5	98.5%	69.0%
時計・カメラ等	29	11.4%	27.6%	40	51.7%	6.4	95.1%	75.9%
家具	29	11.4%	62.1%	34	58.6%	6.6	93.3%	79.3%
各種サービス	21	8.3%	38.1%	37	57.1%	7.0	95.2%	66.7%
(農産物購入者の順位)	9		3	2	1	2	4	7
ネットショッピングの経験なし	35	13.8%	45.7%	41	65.7%	3.7	80.4%	48.6%

表 3-2 ネットショッピングの各品目における農産物購入の重複率

品目	該当品目の ネット購入 経験者の人 数	うち農産物をネ ットで買った経 験のある人数	重複率
地方特産品	56	41	73.2%
飲料・酒類	47	26	55.3%
各種サービス	21	11	52.4%
食料品	91	45	49.5%
化粧品・健康食品等	55	24	43.6%
文具・日用雑貨	29	12	41.4%
時計・カメラ等	29	11	37.9%
家具	29	11	37.9%
AV 機器・家電製品	61	22	36.1%
書籍	89	32	36.0%
映画・演劇等のチケット	37	13	35.1%
衣料品・ファッション	100	33	33.0%
コンピュータソフト	48	15	31.3%
コンピュータ・周辺機器	74	22	29.7%
旅行・宿泊等の予約	96	28	29.2%
アクセサリ・貴金属	40	9	22.5%
音楽・美術	40	7	17.5%

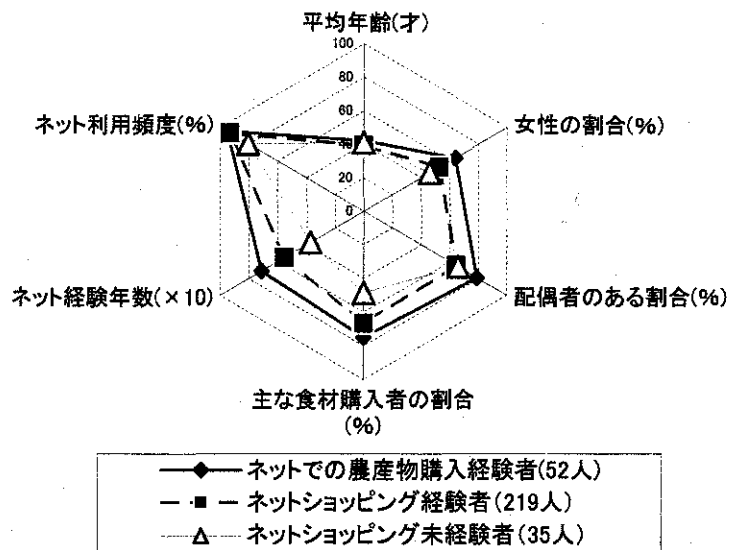


図3-1 ネット購入者内での農産物購入者の特徴

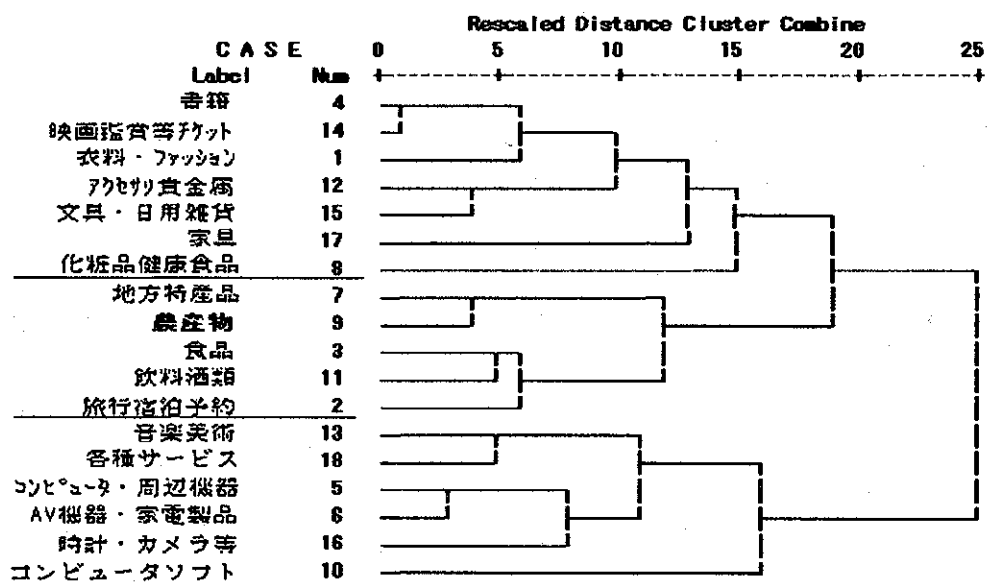


図 3-2 クラスター分析の結果(デンドログラム)

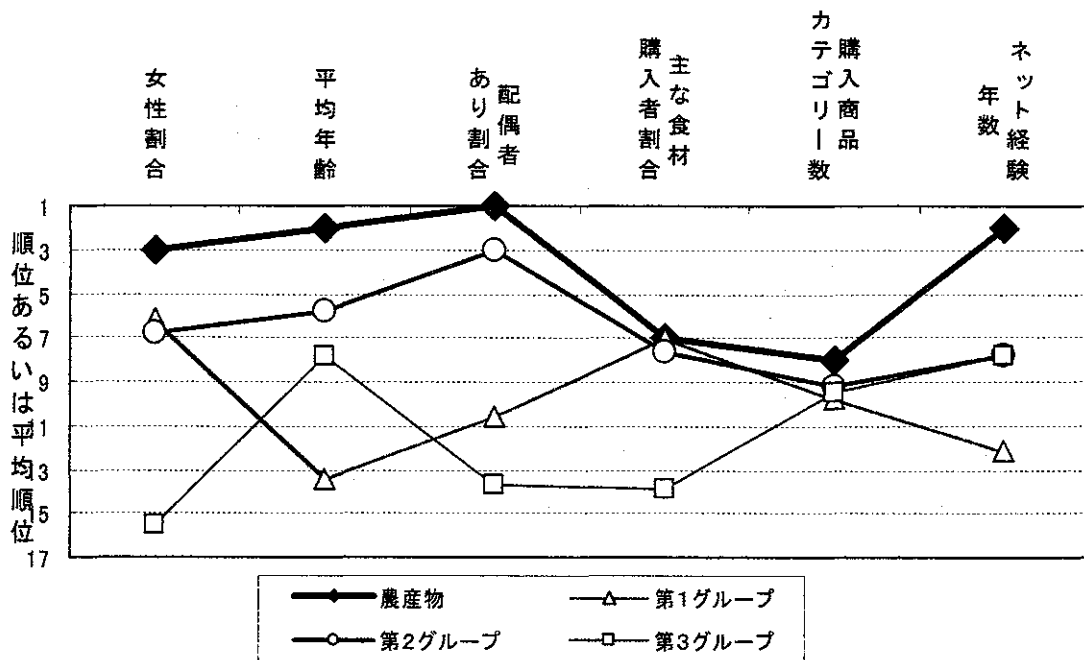


図3-3 購入商品グループ別の商品購入者の属性

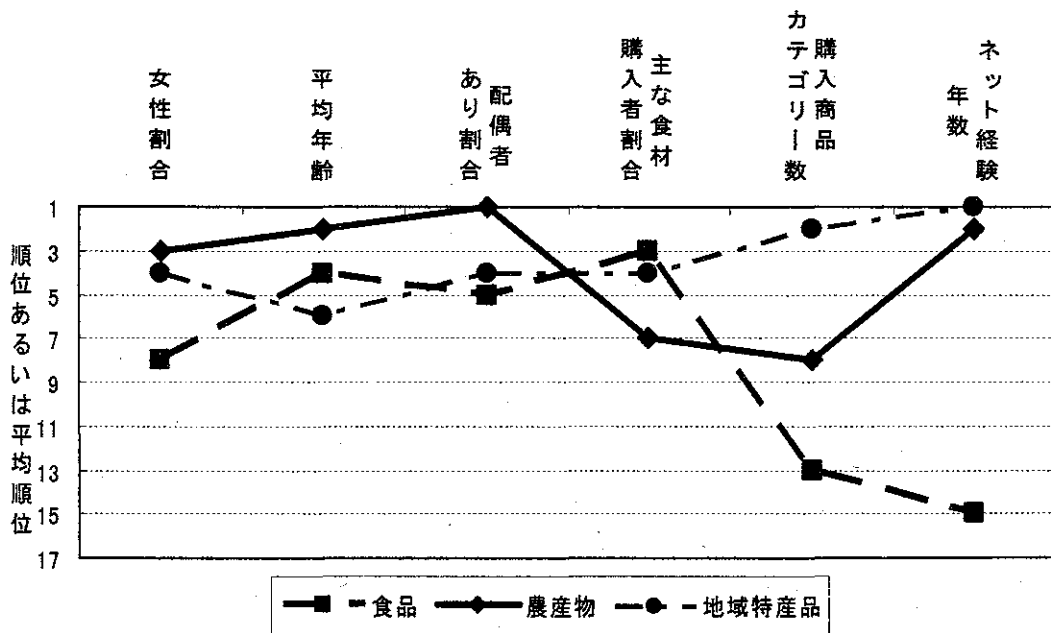


図3-4 第2グループ内での購入品目別の購入者の属性

## 第4章 農産物の新たな購入経路としての Web の特徴

### 1. 目的と方法

対消費者販売 (B2C) に応じる消費者のインターネット・ショッピングは近年盛んになっており、農産物もネットで購入される機会が増えてきている。しかしながら、農産物の新たな購入経路としてのインターネットについては、本格的な調査研究がなされておらず、その特徴がはっきりと分かっていない。現象的にみれば、直感的な理解としては、送料を掛けてまで購入するわけであるから、差別化された商品を消費者がネットに期待しているように予想される。しかしながら、他の購入経路と比べてどこまで差別化商品の市場として期待しているのかは、はっきりとしていない。特に、インターネット・ショッピングは通販の一種でもあるので、ネット以外の既存通販とどこがどのように異なるのかどうかは焦点になろう。消費者の購入経路選択にあたって、ネット以外の既存通販と購買行動にほとんど違いがないのであれば、プロモーションの媒体が異なるだけの存在になる。ネット以外の既存通販と購買行動と異なっていれば、新たな購入経路として独自の存在意義を持つことになる。ネットで農産物を購入する消費者にとって独自の存在意義があるとすれば、そこから、生産者はあらたなマーケティングの手段としてネットを利用する可能性が出てくる。さらに、消費者にとってネット購入の独自の意義の在り方は、実際の生産者側のマーケティング戦略やマーケティングミックスにネットを組み入れるにあたって考慮しなければならぬ販売環境に関する重要な情報となる。

本章では、上述の問題意識をもって、農産物の新たな購入経路としてのインターネット (Web) の特徴を明らかにすることを目的とした。

研究の方法としては、ネット上でのアンケート調査を採用した。ネット調査には、主にオープン型調査とモニター型調査 (クローズドタイプリサーチ) の2つの方法があり、前の章 (第3章) ではオープン型調査を採用したが、本章では、モニター型調査を採用した。

今回のモニター型調査は、ネットリサーチ会社のマクロミルに委託して同社のモニター会員を対象に実施されたが、調査の設計と調査結果の集計・分析は独自に行った。調査にあたっては、まず、予備調査として、インターネット白書の性別年齢別のネット利用者の分布に併せて2万人規模のプレリサーチを行い、ネット利用者のうちネットで農産物を購入する人数の割合を出して、そのうえで、ネットで農産物を購入したことのあるグループと購入したことのないグループに分けて、それぞれほぼ同数のサンプルを集めて回答を得た。プレリサーチによれば、ネット利用者のうちネットで農産物を購入する人数の割合はちょうど30.0%であった。本調査では、ネットで農産物を購入したことのあるグループから721人、購入したことのないグループから722人の有効回答を得た。調査の実施期間は2006年03月03日(金)~2006年03月05日(日)である。

本調査では、農産物には、米、野菜、果実、畜産物の他に生花や種苗等も含まれるものと冒頭に説明したうえで、年齢、家族構成、ネットの利用歴、インターネット・ショッピングの経験などの属性を聞き、ネットで農産物を購入した経験のある回答者からは、インターネットで農産物を購入する頻度、ネットで購入したことのある農産物と農産加工品の種類、ネットで農産物を購入するメリット、ネットで農産物を買う場合に問題になること、購入経路別に重視する商品属性などを尋ねた。

## 2. ネット調査の結果概要

ネット調査の集計結果は、本報告書の末尾に掲載した添付資料（「インターネットでの農産物の購入に関するアンケート」）に示した。回答者の属性については、母集団の推定値として加重平均（購入あり×0.3+購入なし×0.7）を行っている。ここで、「購入あり」はネットでの農産物購入経験ありを、「購入なし」はネットでの農産物購入経験なしを意味する物とする。以下に、集計結果から注目すべき点のみ述べる。

全回答者を属性別にみると次のような結果であった。年齢別にみると、40代で購入有りが多く、20代では購入なしが多い傾向だった。家族構成では、夫婦のみの層が購入有りが多かった。インターネットの経験年数が長いほど、ネットで農産物を購入する人が多くなっていた。家庭で日常消費する食材の主な購入者の方がそうでない方よりは購入有りの割合がかなり高くなっていた。

インターネットで農産物を購入したことがあると答えた人では、次のようになっていた。過去1年の間にインターネットで農産物を購入した回数では1～2回が最頻値であった。購入したことのある農産物と農産加工品で多いものは、果実53.4%、米41.1%、野菜39.5%等であった。インターネットで農産物を買う理由（メリット）では、「普通の店や近くの店には無い特別な商品があるから」が51.2%、「おいしいものが手に入るから」が44.5%と多く、差別化商品の購入先という位置づけが中心であった。だが、「荷物を自分で運ばないで済むから」が35.4%もあって、利便性を答える割合も少なくなかった。意外にも「価格が安いから」というのも29.0%もあった。農産物のネット購入は差別化商品の購入先という位置づけだけでは偏った見方になることが分かった。インターネット上で農産物を購入する場合に何を重視するかという設問に対しては、1番目に重視する項目として、食味、価格、産地・銘柄をあげる回答者が多かった。

## 3. 消費者にとっての農産物購入経路としてのWebの特徴

ネットで農産物を購入するメリットについては、品目で違いが見られた（図4-1）。米では「荷物を運ばないで済むから」という理由が挙げる回答者が多かった。「普通の店や近くの店には無い特別な商品があるから」を理由に挙げた回答では、肉類の割合が多かった。年代別に見ると、20代から30代では、「荷物を運ばないで済むから」という理由が比較的多かった（図4-2）。ネットの経験年数別では、2年以下の層で「価格が安いから」が多かった（図4-3）。子供がいる回答者では栽培技術の確認を挙げた割合が高かった（図4-4）。主な食材の購入者では、そうでない人よりも「荷物を運ばないで済むから」の回答割合が高かった（図4-5）。

農産物をネットで購入した回答者に対して重視する商品属性を購入経路別に集計すると、スーパーでは価格と鮮度をあげる人が多く、ネットでは食味と産地・銘柄が多かった（図4-6）。ネット購入の動機はスーパーと大きく異なっていた。ネット以外の通販は、殆どの商品属性について、スーパーとネットの間にあることが分かった。ネットでは、ネット以外の既存通販よりも、より「こだわり」をもって農産物が購入されていることがわかった。こだわりのベクトルは既存通販と近いが、その強さはネットの方が強い。この調査から農産物の新たな購入経路としてのWebは明確な特徴を有することが判明した。



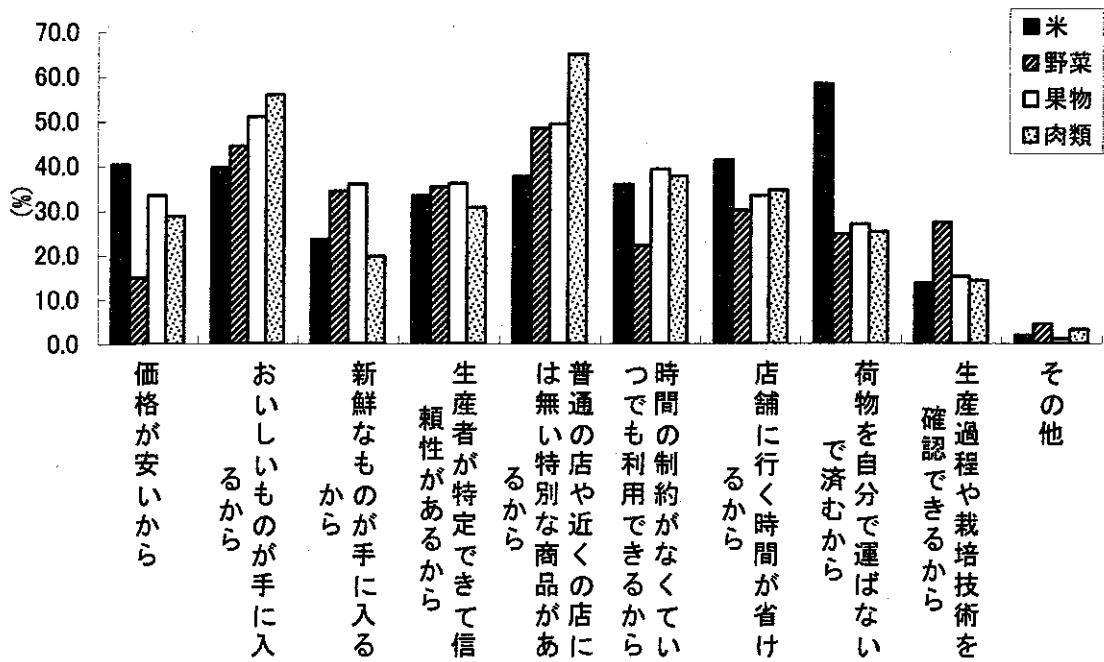


図4-1 農産物の種類別に見たネットで購入するメリット

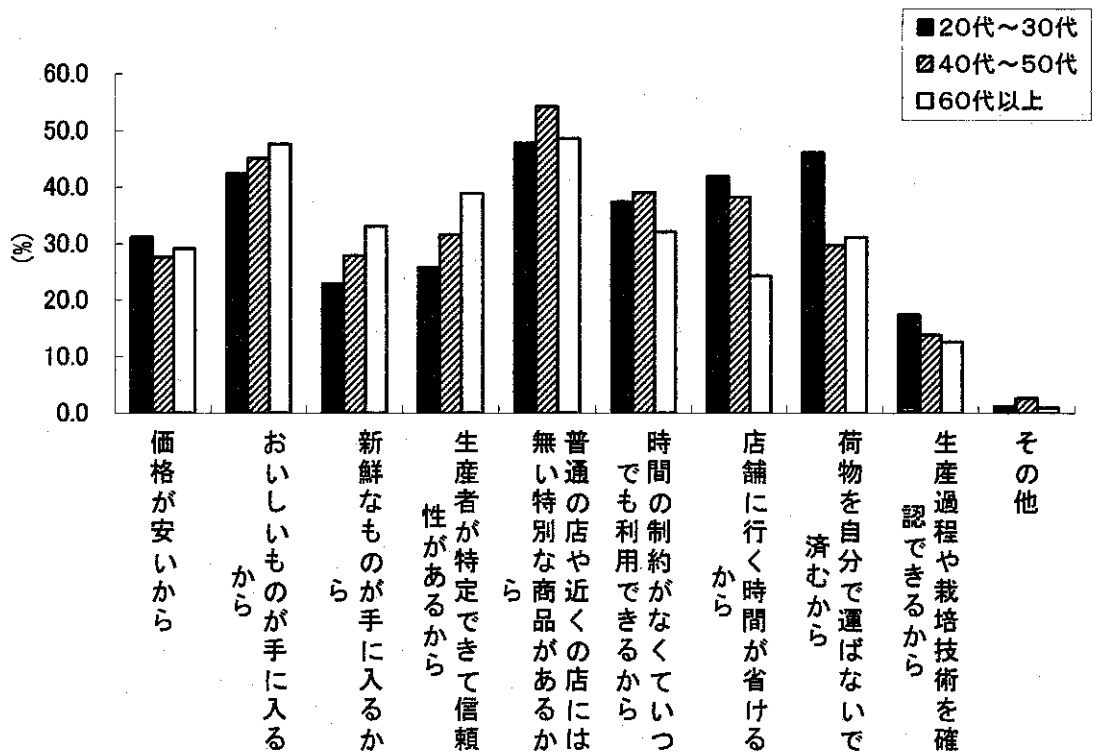


図4-2 年代別のインターネットで農産物を購入するメリットの違い

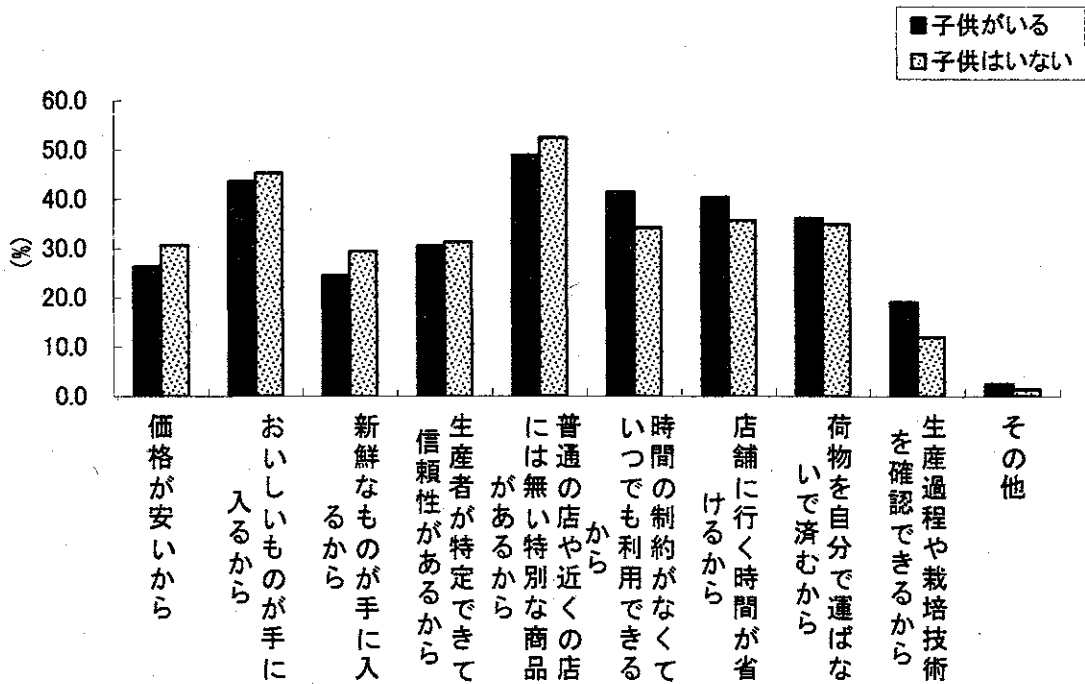
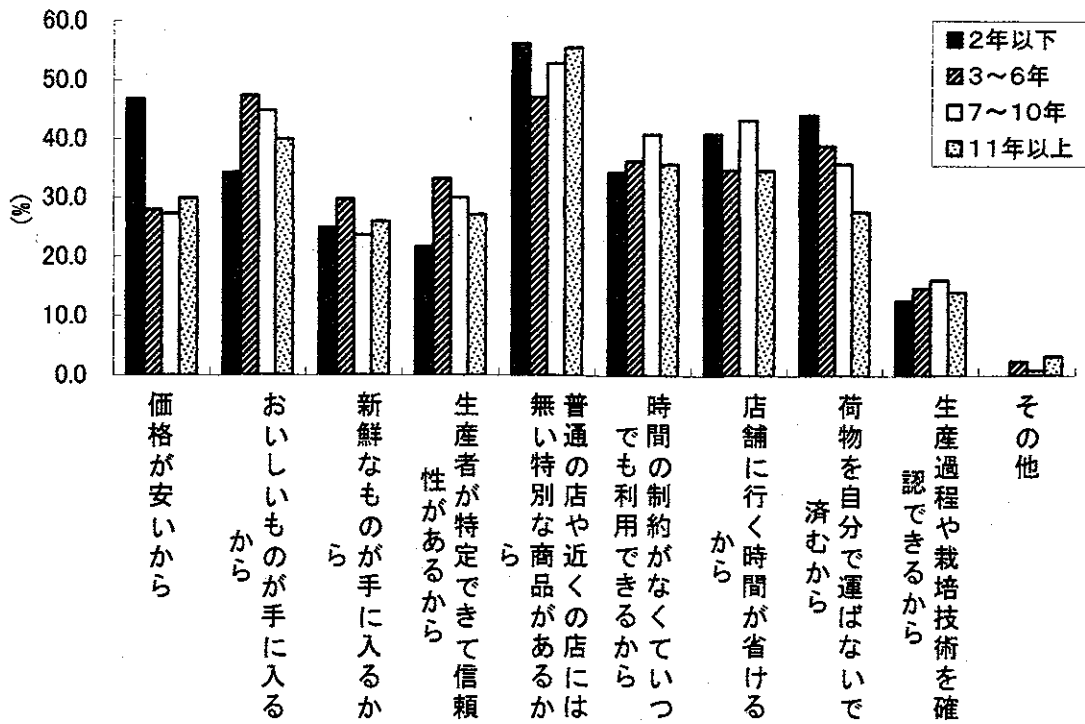


図4-4 子供の有無によるインターネットで農産物を購入するメリットの違い

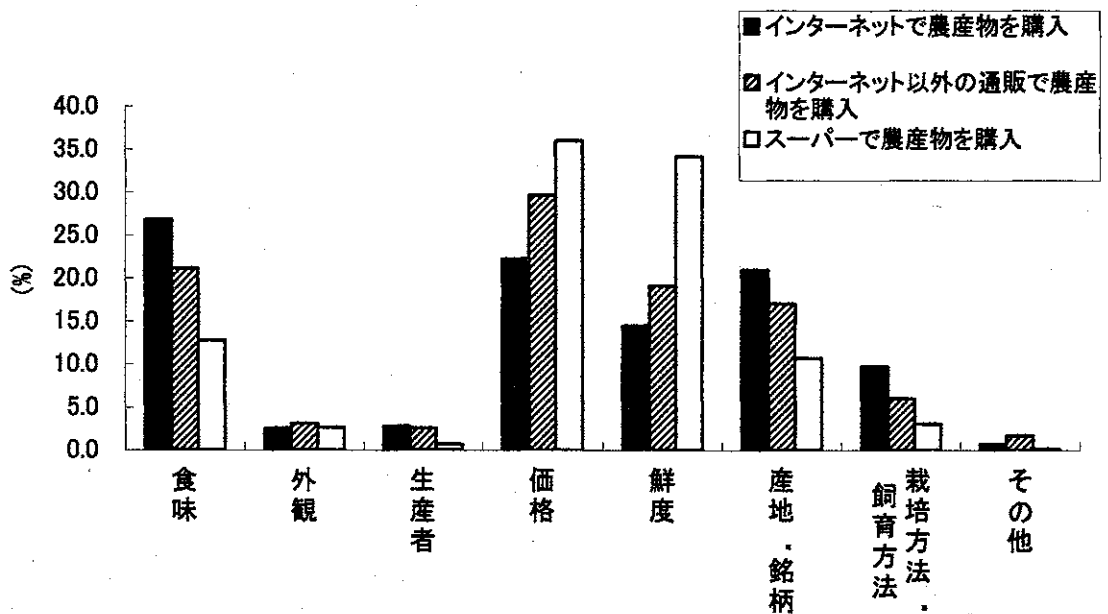
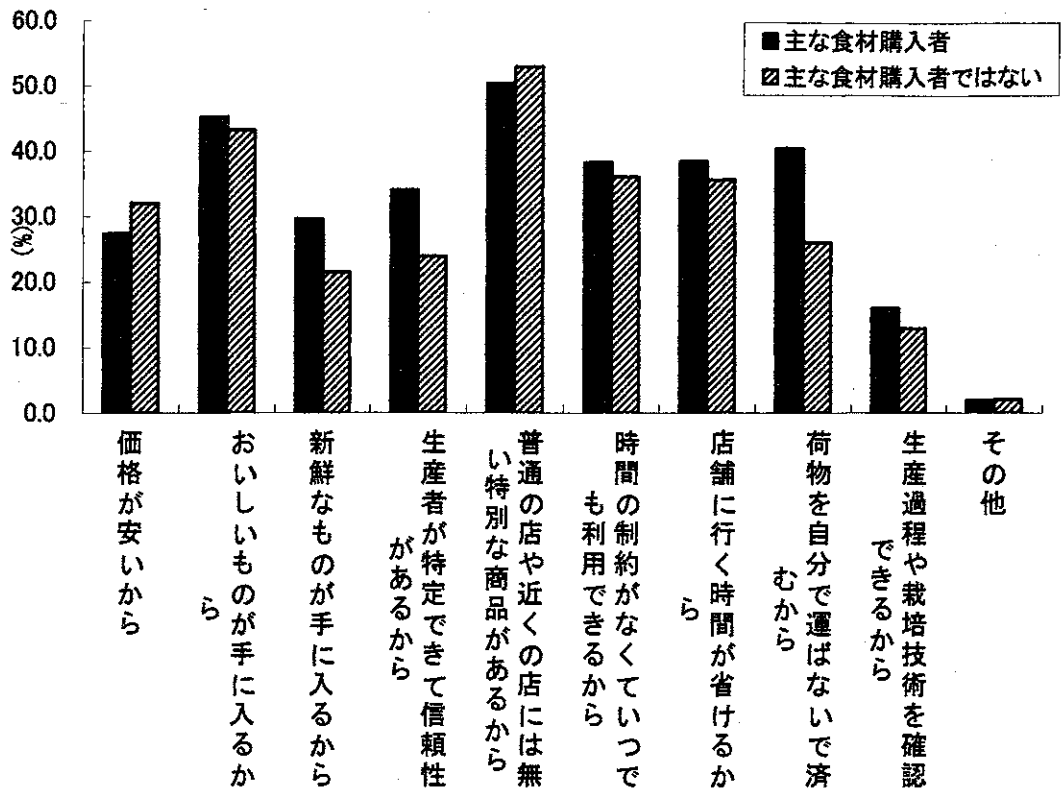


図4-6 ネットショッピングの購入者が重視する属性(購入経路別比較)

## 第3部

### 農産物 Web 販売実験に関わる 生産技術の研究開発

## 第5章 フィールドサーバによる産地情報の収集

### 1. 作物の生育環境をモニタリングするフィールドサーバ

農作物の生産性向上、高品質化、高付加価値化を行うための栽培管理の重要な情報として、作物の生育環境の温度、湿度などの環境情報と、作物自体の生育情報が挙げられる。フィールドサーバは、このような圃場の環境情報と生育画像を簡便にリアルタイムで計測できる圃場計測ロボットとして、農業技術研究機構(現:農業・食品産業技術研究機構)中央農業総合研究センターで開発された<sup>1</sup>。フィールドサーバは、Webサーバ、複数のセンサ、ネットワークカメラ、無線LAN通信モジュール、超高輝度LED照明など様々な電子機器を搭載し、フィールド(圃場)に長期間設置して、環境の計測、動植物のモニタリング、農園の監視等を行う超分散モニタリングデバイスである<sup>2</sup>。このシステムは、安価で簡便な事から日本国内はもとより、アメリカ、タイ、デンマーク、中国、韓国、カナダ、台湾など海外でも利用されている<sup>3</sup>。また、松下電工とイーラボ・エクスペリエンスではフィールドサーバの製品化を行い、市場出荷している。

フィールドサーバなど圃場モニタリングシステムでは、連続的に各種のデータ取得が行えるが、その量は経時的に増加し、莫大なものになりうる。また、AMeDASなどのデータと連携することで、より有用なシステムとなる。このような事から、フィールドサーバの開発プロジェクトでもあった農林水産省委託研究プロジェクト「データベースモデル協調システム」<sup>4</sup>では、点在する気象ロボットのデータを仲介するMetBrokerシステムの開発<sup>5,6</sup>や、分散する画像モニタリングシステムや画像データベースにP2Pネットワークで効率的な画像データの交換を行うBIXイメージブローカーの開発<sup>7,8,9</sup>などが行われた。これらのシステムを利用すれば、農作物の生育環境をモニタリングし、取得された多種のデータから有用な情報を抽出する基盤的技術は既に整っており、現場利用に向けた実証実験のステージにあるといえる。

そこで、本研究では稲作への現場利用の実証実験を行いつつ、取得された情報は生育情報として、農産物Webマーケティングの実験に供与するとともに、栽培管理情報としての利用に向けた検討を行う。水稲栽培での生育診断は、個体レベルでの診断により行われており、広域な圃場を管理する上では既存の技術では対応できず、農業現場で必要な圃場レベルでの生育診断がもとめられている。現状では、圃場レベルの生育診断手法としては、水稲葉色カラースケールによる手法があるが、その判定は目視により行われており、客観性に欠けるため、連続的な生育診断には向かない。そのため、生育期間中の水稲圃場の画像を連続的に取得し、色画像解析によって、水稲群落の葉色を客観的に評価できる診断方法は、有用である。

一方、デジタルカメラの普及と情報処理技術の進展に伴って、農作物の生産現場においても、デジタル画像が、栽培管理や栽培記録、生育の診断、病害虫の診断などに利用されるようになった。BIXイメージブローカーは農業の現場で利用される様々なデジタル画像データの効率的な交換を目的として、開発されたHybrid型P2Pシステムである<sup>7,8,9</sup>。このシステムを活用することで、農業現場で連続的に取得された画像を、分散的に管理、解析、利用することが可能になる。

本研究では、BIXイメージブローカーを用いた水稲圃場の生育環境モニタリングシステムを試作し、水稲群落葉色の解析の有効性を検証する。また、モニタリングデータから栽培管理と施肥管理に有用な情報の抽出を模索する。

## 2. 生産現場における生育環境モニタリングシステム

### 1) システムの全体構成

本研究で構築された水稻圃場の生育環境モニタリングシステムは、インターネットを利用して、遠隔地からリモートコントロールできる分散システムであり、画像の連続的な取得、画像データの交換・管理、および画像処理が行えるとともに圃場の環境計測が行える。このシステムは、効率的な農産物の画像共有・管理を行う BIX-IBS を基盤にして、水稻圃場の画像をモニタリングする部分と、色補正のような画像処理を行う部分が分散的に協働する構成となっている。システムの全体構成を図5-1に示す。

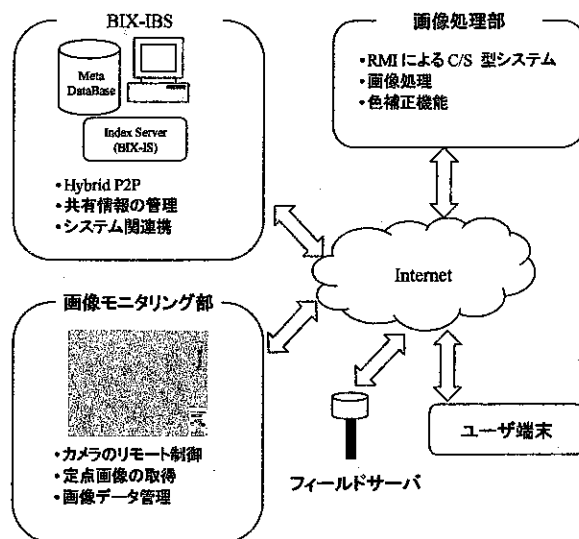


図5-1 生産現場における生育環境モニタリングシステム

### 2) BIX-イメージブローカーシステム

BIX-IBS (BIX-イメージブローカーシステム)は JXTA を使用し、Java 言語によって実装されている。BIX-IBS は、Hybrid 型 P2P であるため、ユーザが直接利用するノードである BIX-Node とインデックスサーバである BIX-IS の2つから構成される。図5-2に BIX-IBS の概要図を示す。Gateway-P2P-Node は、農産物画像データベース、画像処理サーバなどの他のシステムとの連携するためのゲートウェイの機能をはたすノードである。

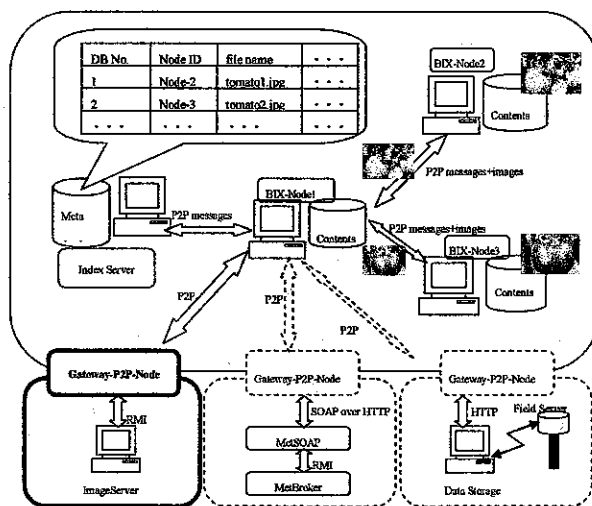


図5-2 BIX-IBS の概要図

BIX-IBS では、コンテンツである画像データは各ノードにおいて分散管理し、画像のメタデータは BIX-IS によって管理される。これにより、BIX-IS は各ノードがどのような画像データを有しているのか把握している。ユーザが欲しい画像を探すときは、BIX-Node は BIX-IS に要求メッセージを送る。BIX-IS は、画像のメタデータのデータベースから目的の画像に関する情報を探して、ノードに検索結果を返す。BIX-Node はその結果に従って、目的の画像を有しているノードに要求メッセージを送り、そのノードから画像データを取得する。画像データは、XML 形式のデータとして P2P のメッセージにカプセル化してノード間で交換される。この一連の処理により、画像が管理されているノード、画像を処理、解析するノード、画像を利用するノードのそれぞれのノード間のデータ交換を実現し、分散された画像データをあたかも同じサーバに存在するような操作感をサービスとして、ユーザに提供している。

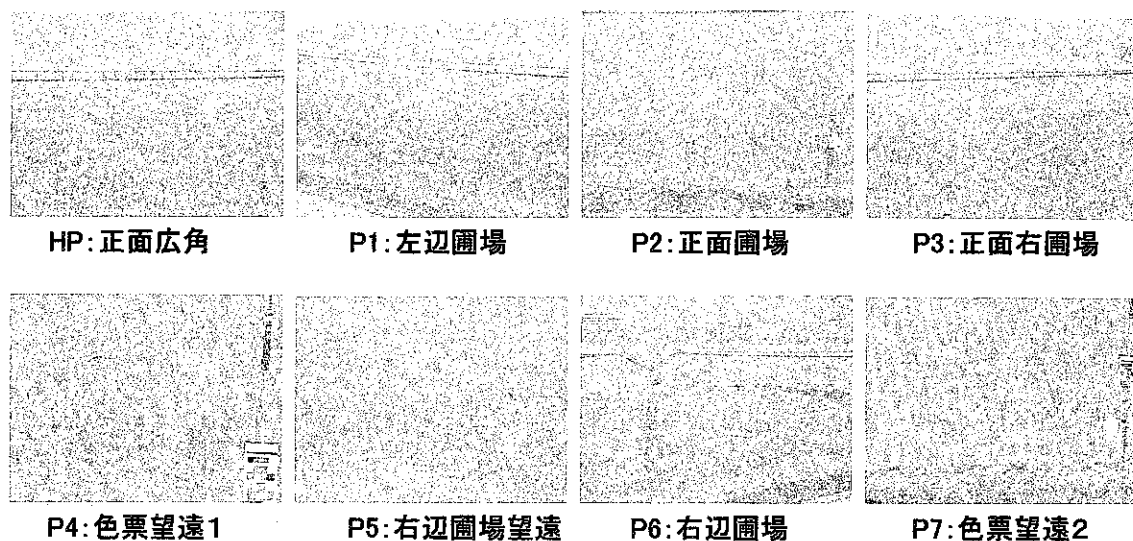


図5-3 構築したシステムで取得された8シーンの定点画像の例

### 3) 画像モニタリングシステム

水稻群落の生育・栄養状態を評価するために、画像モニタリングシステムを構築した。このシステムは、ネットワークカメラ、ブロードバンドルータ、カメラコントロールと画像収集をおこなう Linux ボックスから構成されている。このシステムにより、個々の植物体が識別可能なレベルまで望遠した画像から圃場の 1/4 程度を観察できるレベルの広角画像まで 8 シーンの定点画像を、10 分間隔で取得した。8 シーンの代表的な画像は図5-3のとおりである。

画像の取得手順では、Linux ボックス(OS:Vine Linux)のジョブ管理機能を用いて、10分間隔にシェルスクリプトを実行する。このシェルスクリプトでは、カメラのパン(左/右)、チルト(上/下)操作により指定の領域に移動を行うとともに、指定の望遠もしくは広角設定を行う。次に、カメラのオートフォーカス、オートホワイトバランス機能により画像が安定するまで3秒間待機した後、解像度:640x480(pixels)、画質優先モードで撮影された jpeg 画像(約 40KB/画像)を取得する。その後は、次の指定領域への移動を行い、8 シーンの画像を順次取得する。最後に、取得された画像にシーン名、日付、時間の情報をもとに固有なファイル名を付けて保存し、シェルスクリプトは終了する。

このシステムは、Web サーバを有しており、現地圃場のリアルタイム画像のモニタリングや、Linux ボックスに蓄積された過去の画像の取得、閲覧をインターネットから利用できる。また、Java Script の利用により、Web ブラウザから動画のように定点画像の連続変化を10分間、1時間、1日間間隔など設定された間隔で閲覧できる。図5

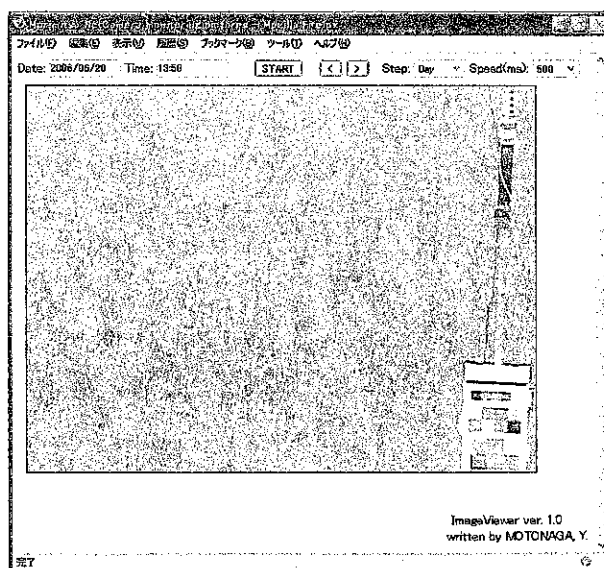


図5-4 Web ブラウザによる定点画像の動画(連続画像)閲覧の様子

ー4に Web ブラウザによる定点画像の動画閲覧の様子を示す。左上のテキストボックスに閲覧する日付と時間の指定を行い、間隔と動画表示の速度を指定し、「Start」ボタンを押すことで、例えば、ある定点の毎日定時の画像を動画で閲覧が行え、水稻の草丈が伸びていく様子や分けつの様子などの生育状況が容易に判断できるようになる。今回のシステムでは、10 分間隔で画像を取得しているため、1 日間の取得画像数は 1152 画像、1 ヶ月間の取得画像数は 34560 画像となり、水稻の生育期間を考えると、1 万画像を超える。このような大量の画像情報を扱う上では、オペイカルフローなどの画像処理手法は有用ではあるが、画像認識で認識しきれない情報も多く含まれるため、動画閲覧は非常に有用な手法となる。

#### 4) 画像処理サーバシステム

本研究の画像処理サーバは、ImageServer に色補正機能を付加して構築した。ImageServer は、中央農業研究センターで開発され、運用されているシステムで、RMI 通信によるクライアント・サーバ型の画像処理システムである<sup>10</sup>。ImageServer と BIX-IBS を連携させることで、画像取得と同時に画像処理を実行させる環境が実現できる(図5-2参照)。これにより、利用者側に画像処理に関するソフトウェアが存在しなくても、画像処理の実施が可能となる。さらに、処理の分散化や色々な処理アプリケーションとの連携が実現可能なため、将来の可能性の拡大が期待できる。BIX-IBS と ImageServer を連携は、Gateway-P2P-Node が行っている。

付加した色補正機能は、刻々と変化する自然光下で撮影された画像をあたかも同一の光環境下で撮影された画像のように補正する機能である。橋本ら<sup>11</sup>と亀岡ら<sup>12</sup>の研究で農業現場での有効性が示された色空間変換手法を用いた。

### 3. 生産現場のモニタリング画像の解析

水稻群落の生育・栄養状態を評価するために、施肥管理に問題を抱えている実際の農業現場の圃場を対象とし、田植え(07/05/22)から稲刈り(07/09/21)までの約 5 ヶ月間の圃場を 10 分間隔で温度、湿度、日射量の計測と、8 シーンの画像の取得を行った。連続的な水稻の生育が観察されたこれらのデータセットは、非常に有用なものである。その事例として本報告書ではモニタリングされた画像を中心に、(1)農作業工程およびその所要時間の推定、(2)倒伏などの現象の時間的遡及による要因解析について考察する。

#### 1) 農作業工程およびその所要時間の推定

現地圃場では、5 月 22 日に田植え作業が行われたが、10 分毎の定点画像から 15:30 に田植えが開始され、17:20 に田植えが終了していることが推定でき、この圃場で田植えに要した時間は約 110 分であったことが示される。図5-5に田植えを行っている様子を示す。近年、「食の安全・安心」などから農産物のトレーサビリティシステムや栽培情報の管



図5-5 定点画像で撮影された田植え作業の様子



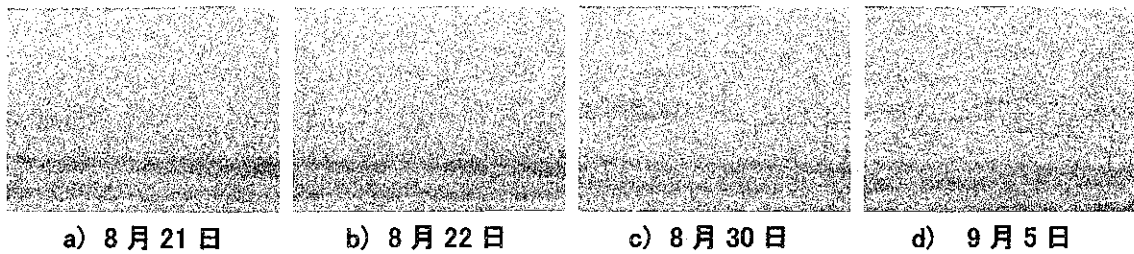


図5-6 シーン P2 画像で観察された水稲倒伏の様子

理・提供などの社会的要請がある。また、就農人口の減少、就農者の高齢化などの問題から、勘と経験に依存していた農業からの変革に対する期待も高い。このような状況のもと、農作業日誌の作成による作業工程、作業時間の管理など体系化が必要とされているが、実働者の意識の問題などから十分に普及しているとはいえない。本研究のモニタリングシステムの情報を有効に活用すれば、客観的な作業情報として利用できるばかりでなく、農作業日誌との併用により、次年度の栽培管理への応用が可能より実益的な農業情報として利用が可能になると考えられる。

## 2) 倒伏などの現象の時間的遡及による要因解析

今回の現地圃場では、施肥管理の改善のため慣行法に比べ多肥になる条件での栽培を試験的に行ったが、天候的な要因もあり、全体的に水稲が倒伏するという現象が生じた。その様子を図5-6に示す。図5-6の a)~d)は、シーン P2 の画像で日毎の変化を示すために、それぞれ12:00に撮影されたものである。図5-6-a)では水稲の倒伏は認められないが、図5-6-b)では円形状の倒伏が数箇所で見られる。この間を詳細に調査した結果、8月22日の朝に雨が降り、9:30から11:00の約90分間でこのような倒伏現象が生じたことが示された。その後、円形状の倒伏部は水稲が登熟するにつれ倒伏の程度は進んだが、図5-6-c)に認められる全体的な倒伏傾向は、8月30日の朝方の雨による10:00から10:30の約30分間に生じたものであった。さらに図5-6-d)に示した全体的な重度の倒伏は、09:50から13:40の間に確認され、ゆっくりと倒伏している様子が分った。根本的な倒伏の要因は、出穂後の草丈成長と穂重にあるが、図5-6-b)で見受けられる円形状の倒伏は、圃場の土壌状態による要因も認められる。また、倒伏していく様子の時間的な因子とその状態を客観的にかつ遡及的に把握することにより、元肥、追肥などの施肥管理に非常に有用な情報となる。

## 4. 生育期間中の水稲画像を用いた生育・栄養診断の可能性

### 1) 野外水稲画像の色補正

農業現場で取得された画像は、朝、昼、夕方と刻々と変化する照明条件の影響を受ける。また、天候や、季節による太陽高度の影響も受ける。そのため、照明条件である光環境を補正する必要がある。様々な照明条件で撮影された画像はそれぞれ独自の色空間を有している。そこで、ある基準の色空間を設定し、その基準色空間へ撮影された画像の色空間を変換する。この変換により、それぞれ異なった照明条件で撮影された画像が、ある特定の照明条件で撮影された画像とみなすことができ、画像内の水稲群落の葉色解析が可能となる。

色空間変換では、異なった照明条件の画像に写った変化のない対象部位を設定し、3×3の色空間変換行列を算出したのち、この行列を用いて行うこととする。今回の実験では、モニタリ

グシステムによって、カラーチャートとともに撮影されたシーン:P4(図5-3参照)画像を用いて、色補正を行った。ある特定の照明条件で撮影された基準となる画像の赤チャート、緑チャート、青チャートのそれぞれ r、g、b 値を 3×3 の行列Cb、色補正の対象となる画像のそれらを、Ctで表す。

$$C_b = \begin{pmatrix} BRr & BRg & BRb \\ BGr & BGg & BGb \\ BBr & BBg & BBb \end{pmatrix}, C_t = \begin{pmatrix} TRr & TRg & TRb \\ TGr & TGg & T \\ TBr & TBg & TBb \end{pmatrix} \quad (1)$$

ここでは、BRr、BRg、BRb は、基準画像の赤チャートの r、g、b 値を、BGr、BGg、BGb は、基準画像の緑チャートの r、g、b 値を、BBr、BBg、BBb は、基準画像の青チャートの r、g、b 値を表す。対象画像についても同様とする。基準画像と対象画像のカラーチャートの色であるCbとCtの違いは、照度や色温度などの光環境の影響によるものであり、それらの画像が有する色空間の相違である。そこで、3×3の色補正行列Aを用いて、色空間を補正することで、あたかも同一の光環境条件で撮影された画像として扱うことができると考えられる。色空間の補正式は以下のとおりである。

$$C_t' = A \cdot C_t \quad (2)$$

また、色補正行列Aは以下の式で算出する。

$$A = C_b \cdot C_t^{-1} \quad (3)$$

今回の実験で行った画像補正の手順は以下のとおりである。

i) 基準画像の選定と基準画像行列Cbの取得

基準画像には、より色表現の豊かな色空間を有した画像を選定する必要がある。そのため、赤チャート、緑チャート、青チャートのそれぞれ r、g、b 値の高低とそのバランスから基準画像を選定した。その後、選定された基準画像の赤チャート、緑チャート、青チャート、各チャートの r、g、b 値を算出し、基準画像行列Cbとした。

ii) 対象画像行列Ctの取得

色補正の対象となる画像の赤チャート、緑チャート、青チャートのそれぞれ r、g、b 値を算出し、対象画像行列Ctとした。

iii) 色補正行列Aの算出

手順 i)、ii) で取得されたCb、Ctを用いて、式(3)より、色補正行列Aを求めた。

iv) 対象画像の色補正

手順 iii) で算出した色補正行列Aと手順 ii) で取得した対象画像行列Ctを用いて、式(2)より、対象画像の各画素値の色変換を行い、画像を再構成し、色補正画像とした。

今回の実験では、6月23日の12:00に取得された画像を基準画像として、色補正を行うことにした。図5-7に水稻生育期間における5日毎12:00に取得された画像のカラーチャートの色を補正前の原画像と補正後の補正画像で比較した結果を示す。この図では、横軸に田植えからの日数を示し、縦軸にRGB値を示した。赤チャートでは、R値がG値、B値に比べ高い値を示す。そのため、RGB値の日変動を比較するために、各チャートの主要色は左縦軸に、その他の色は右縦軸に示した。また、R値、G値、B値をそれぞれ、四角、丸、三角で示し、原画像はそのシンボルを塗りつぶし、補正画像では白抜きにした。この図から分かるように、赤、緑、青のいずれのチャー

トにおいても、原画像では、RGB 値の日変動が認められるが、補正画像ではその変動は極力抑えられ、天候や季節変動によって光環境条件が異なった日に撮影されたカラーチャートでも比較的安定して RGB 値の計測が出来ることが示された。

天候や、季節、さらには朝、昼、夕など時間帯による太陽高度の変化により、野外画像の撮影では、光環境条件が時々刻々と変化する。これらの変化を色補正行列を用いて、色空間変換することにより、あたかも同一の光環境条件で撮影された画像のように扱うことが可能となった。撮影に用いたネットワークカメラは、色温度、明るさの自動補正機能を有しているものであったが、図5-7で示したように、その変動は大きいものであった。その理由としては、カメラの自動補正機能は、視野全体の情報を基にその調整を行うため、光環境条件を自動的に補正するだけではなく、背景などの影響を強く受ける。シーン:P4(図5-3)から分るように画像全体としては、圃場が大部分を占める。圃場は水稻の生育によってその俯瞰的な色も変化する。そのため、図5-7のような結果になったと考えられる。報告した色補正手法は農業分野だけでなく、自然光下で画像を取得し、その画像から色の評価を行うような様々な場面での利用が期待される。

## 2) 水稻群落の生育・栄養診断

水稻群落のモニタリングで連続的に取得された画像を、光環境の補正手法を用いて、ある特定の色空間の画像に変換する。その後、色空間変換された画像から水稻群落の葉色を解析する。水稻の生育ステージごとに得られた SPAD 値との比較検討を行い、光環境補正、画像取得精度の検討を行う。

今回の実験では、施肥管理への応用を視野に入れて、シーン:P4(図5-3)の圃場エリアは、慣行の施肥に比べ高い施肥窒素量条件として、元肥で 0.95 kg N/10a とした。また、定期的に、SPAD 値、草丈などの生育調査も実施した。生育調査の結果を図5-8に示す。対象圃場における出穂は 75 日前後であり、出穂前 15 日付近で SPAD 値の変化は最大となった。この傾向は、若干遅れた変化といえる。また、草丈については、出穂後もだだらと伸びる傾向を示した。

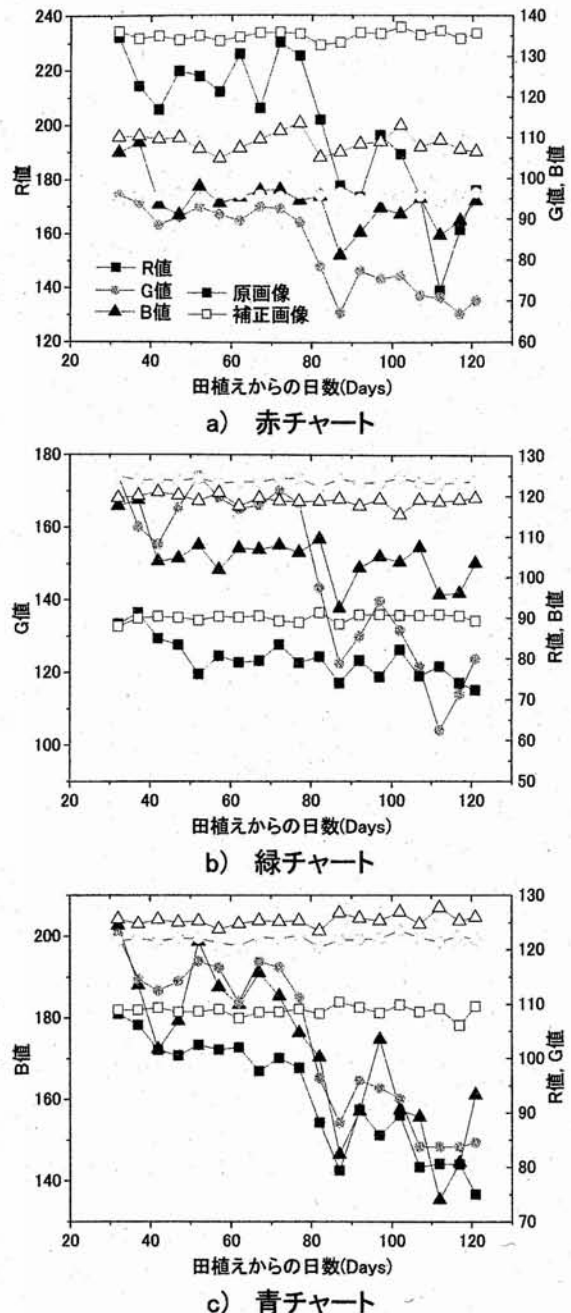


図5-7 原画像と補正画像のカラーチャート色の比較

モニタリングシステムで取得された画像に色補正処理を施し、水稻群落を計測した結果を図5-9に示す。画像の色情報は RGB 色空間で表されるが、農産物等の色評価に適した色空間として HSL(色相、彩度、明度)色空間が既往の研究<sup>13,14</sup>から示されているため、計測結果は RGB 色空間から HSL 色空間への変換を行った。図5-9には、その内、色彩情報である色相と彩度を示した。色相値は多少の変動は認められるものの指数的に減少する傾向が示された。彩度は、42日、87日、112日を頂点とする山状の変動が認められるが、全体的には増加傾向を示した。

生育調査から SPAD 値の変化の遅れ、出穂後の草丈の伸びなどの現象が捉えられた。これらの要因はひとえには論じられないが、施肥管理の影響は否めない。また、今年度は気象的な要因も十分に考えられる。それらの結果、水稻の倒伏が生じたが、その現象を連続的に画像取得できたことは非常に有用であると考えられる。画像解析から水稻群落の生育期間における葉色変化の全体的な傾向を把握できた。地方農業試験場などの報告では、水稻カラースケールを用いて測定した群落葉色と SPAD 値との関係は直線回帰できるとの知見があり、この実験においても検証した。図5-10(a)では、生育期間における SPAD 値と群落葉色の色相値の変化を示す。曲線で示したものがそれぞれの変化を Boltzmann 関数で当てはめた結果である。それぞれの当て

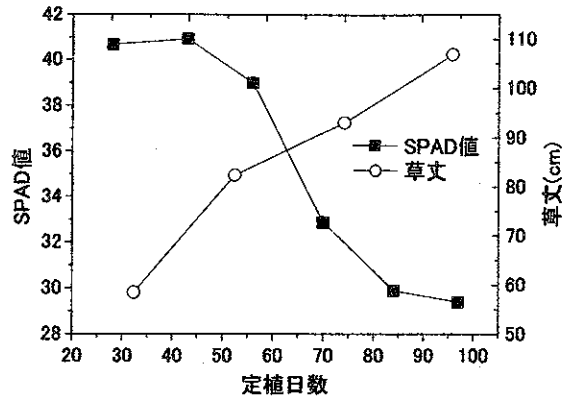


図5-8 モニタリング圃場における生育調査の結果

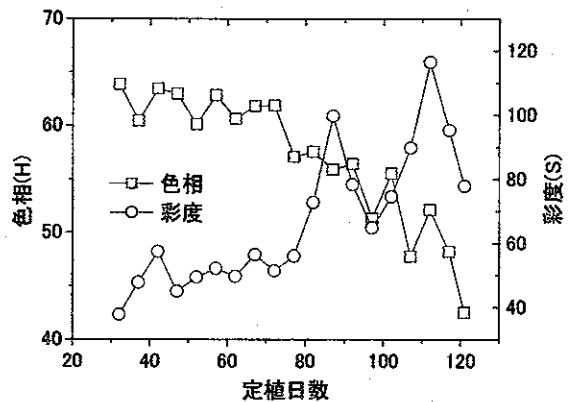
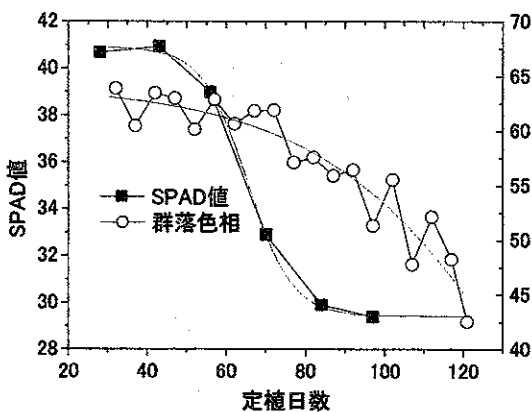
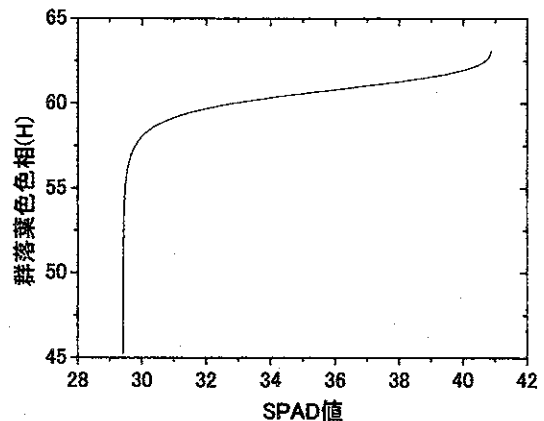


図5-9 画像解析による水稻群落葉色変化の結果



(a) SPAD 値と群落葉色色相値の推移



(b) SPAD 値と群落葉色色相値の相関

図5-10 生育期間における SPAD 値と群落葉色色相値

はめ曲線を用いて、SPAD 値と群落葉色色相値との関係を示したのが、図5-10(b)である。これから分るように、SPAD 値が 31 から 39 付近の間は、直線関係になることが示された。このような直線関係を示す間を生育期間で表せば、定植後約 55 日から約 75 日の期間となり、出穂前 20 日から出穂期までの期間であるといえる。

また、図5-9で示された群落葉色の彩度変化について考察すると、1 つ目のピークでは分けつが進むにつれ、水稻葉が圃場を覆うようになり、彩度が増したと考えられ、2 つ目のピークは出穂後穂が垂れはじめる時期に相当し、3 つ目のピークは倒伏した時期にあたる。このような事から群落葉色の彩度も水稻の生育ステージを推測する上で非常に有用な情報といえる。

これらの水稻群落葉色に関する情報を栽培管理、施肥管理へ応用するためには、さらなる生育情報との関係性の解明が必要となると考えられるが、これまで、水稻群落葉色の評価は目視でしか行われていない事と、水稻群落葉色の連続的な変化が把握されていなかった事を考えると、このシステムにより、より確かな新しい知見を見出す事ができると考えられる。

#### (参考文献)

- [1] 深津時広・平藤雅之 (2003) 圃場モニタリングのためのフィールドサーバの開発, 農業情報研究 12(1), pp. 1-12.
- [2] 農業・食品産業技術研究機構 (2007) Field Server, <<http://model.job.affrc.go.jp/FieldServer/default.htm>>, 2008年2月27日参照.
- [3] 平藤雅之 (2004) フィールドサーバによるセンセネットワークとユビキタス環境, 農業機械学会誌, 66, 4, pp.4-9.
- [4] 農業・食品産業技術研究機構 (2006) データベースモデル協調システム, <<http://www.agmodel.net/DataModel/>>, 2008年2月27日参照
- [5] Laurenson, M.R., A. Otuka and S. Ninomiya (2002) Developing agricultural models using MetBroker mediation software. J. Agric. Meteorol. 58:1-9.
- [6] 二宮正士 (2004) データグリッドと気象データ仲介ミドルウェア, 農業機械学会誌, 66(4) 10-15.
- [7] 井口信和・元永佳孝・内尾文隆・二宮正士・亀岡孝治 (2006) 農作物画像共有のための P2P を用いたイメージブローカーシステムの開発, 農業情報研究 15 (2):155-164.
- [8] 井口信和・元永佳孝・内尾文隆・二宮正士・亀岡孝治 (2006) BIX イメージブローカーシステムのための農作物画像 XML 規格の提案と P2P メッセージハンドラの開発, 農業情報研究 15 (3):231-240.
- [9] 井口信和・元永佳孝・内尾文隆・二宮正士・亀岡孝治 (2006) BIX イメージブローカーシステムの機能拡張のための Gateway-P2P-Node の開発, 農業情報研究 15 (3):281-291.
- [10] Yu, X. et al. (2003) ImageServer: A system for a distributed image processing application based on Java advanced imaging, EFITA2003, Information Technology for a Better Agri-food sector, Environment and Rural Living Vol 1, pp.150-156.
- [11] Hashimoto, A. et al. (2001) Evaluation of Tree Vigor by Digital Camera Based on Fruit Color and Leaf Shape, Proc. of the World Congress of Computers in Agriculture and Natural Resources, pp.70-77.
- [12] Kameoka, T. et al. (2002) Color and Shape Analysis of Agricultural Products,

Computational Techniques in Food Engineering, CIMNE, pp.196-200.

[13] 元永佳孝, 亀岡孝治, 橋本 篤 (1997) 農産物表面の色彩画像処理システムの構築, 農業機械学会誌, 59(3), 13-21.

[14] Motonaga, Y. et al. (2004) A Method of Making Digital Fruit Color Charts for Cultivation Management and Quality Control, Journal of Food, Agriculture & Environment, 2(3&4), 160-166.

## 第6章 簡易な土壤成分分析の開発と施肥管理情報

### 1. 供試土壤の性質

今回使用した良食味米を生産している圃場であるが、始めに全体の土壤窒素濃度と pH について調査した。図 6-1 に本圃場の地図を示した。渋梅川に沿って河岸段丘となっており、その大部分が水田地帯となっていることが示される。実験に供した圃場及びその周辺部を実験で囲った。今回実験に供した土壤は図 6-2 および図 6-3 に示した実験全体にわたる主要なデータは 10 番の圃場から得たが、実験を始めるにあたり、その周辺についても表層から 30cm 程度までの作土層について、予備的に土壤窒素濃度および pH(H<sub>2</sub>O) を調査した。

土壤窒素濃度は本区域全体にわたり非常に低い濃度を示した(図 6-2)。また、pH についても適正值といわれる pH5.5-6.5 と比べ低い値を示した(図 6-3)。

平成 17 年について、10 番圃場におけるイネの生育調査を行った(表 6-1)。その結果、葉色も非常に低く、明らかに窒素欠乏を示していた。

本研究を遂行するにあたり、10 番圃場について土壤の基礎的データを得るために、土壤中の全窒素と食味に関係のある K、Mg 含量を調査した。また、実際にイネを栽培し施肥の効果を確認した。

### 実験方法

植物はイネ(品種コシヒカリ)を用い、5月28日から1ヶ月間(6月20日まで)1/5000a のポットにより、水道水を灌水し栽培した。施肥は無施肥区を対照区とし、元肥に窒素のみを硫酸(0.5g-N/pot)として施肥した N 区、窒素とリン(過リン酸石灰, 0.8g-P205/pot)を添加した NP 区、および窒素にリンとカリ(硫酸カリ, 0.5g-K2O/pot)を添加した NPK 区を設けた。

土壤中の K、Ca、Mg は交換性陽イオン中の各元素濃度をキレート滴定あるいは原子吸光にて測定した。窒素とリンはケルダール分解した後、全窒素およびリンをインドフェノール法及びモリブデンアンモニウム法で測定した。

イネについては湿式灰化法で分解した後 K、Mg は原子吸光にて測定した。また、窒素とリンはケルダール分解した後、全窒素およびリンを色素法で測定した。

### 結果と考察

#### 土壤中の各成分濃度

表 6-2 に植物を栽培した後の供試土壤に含まれる各成分を測定した。窒素含量は無施肥区で 0.12% と他の窒素施肥区と比べやや低い値を示したが、これは本邦における一般的な水田窒素含量(0.1 から 0.4%) と同等の窒素含量であった(農業技術体系)。置換性塩基含量は、無施肥区、+N 区および +NP 区においてほぼ同様な値を示した。これらの値の中で望ましい置換性塩基含量に該当するものはなく、カリウムは上限値の 2 倍、マグネシウムは適正值の下限あるいは若干低い値であった。カルシウム含量は著しく低く適正值下限の 13% であった。土壤 pH(H<sub>2</sub>O) は 4.2 から 4.8 と適正值(5.5-6.5) と比べ低い値を示した(農業技術体系)。単子葉植物、特にイネはカルシウムの要求量が低く、実際の圃場栽培ではカルシウム欠乏が減収を引き起こすことはないが、pH の矯正という観点から代掻き以前の炭酸カルシウムの散布が必要であることが示された。

表 6-3 に植物体の地上部及び根部の各成分濃度を示した。窒素について、無施肥区で窒素濃度が低く、

他の処理区と比べ地上部で 18%、根でも 50%程度であった。乾物重量はほぼ窒素濃度と同様に他の処理区と比べ無施肥区において地上部で 14%、根で 57%程度であった。リン酸は施肥によりリンを供給すると地上部では大きな濃度の変化は認められないが、根部においてリン含量が増加した。カリウムは無施肥区の地上部及び根部において濃度が高くなったが、含量としては低かったので植物の生育が小さいことが原因で見かけの濃度が上昇したと推察される。一方窒素のみを施肥した+N区において地上部の K 濃度が著しく減少していたが、これは窒素により植物体地上部の生育は旺盛となったが K の必要量が足りていない典型的な過繁茂状態を示している。また、この植物の地上部において Mg 濃度が増加していたが、これは植物体内部においてイオンバランスを制御していることが原因と考えられる。一方窒素及びリン酸を施肥により供給すると、地上部の K 濃度は+N区と比べ増加するが、これは一部根系の難溶解性 K が溶出されたためであると推察される。

水田での稲作において、収量を決定する因子のなかで地力窒素はもっとも大きな要因であることが知られている。今回使用した圃場では、地力全窒素は低いながらも欠乏症状を引き起こすほどではないことが示されたが、無施肥区のイネの生育が非常に悪くなってしまった。この結果は全窒素からの窒素の可給化が十分になされていないことが原因であると考えられる。また本圃場ではカルシウム含量が著しく低い、窒素の可給化になんらかの影響を及ぼしている可能性がある。今後本圃場における窒素の無機化や土壌微生物の生育等詳細に調査する必要がある。

## 2. 簡易型土壌成分調査法の確立

適切な施肥により最大収量を得るためには、現地圃場における栄養成分の挙動を知る必要がある。これまでリアルタイムの土壌成分捕集方法として中空糸を用いた方法(尾和・加藤)あるいはイオン交換チューブによる捕集(土壌構成成分解析法(III))が報告されているが、いずれも現地水田圃場における埋設が困難である。また、ポーラスカップを用い土壌水を採取し、準リアルタイムに土壌成分の挙動を測定する方法がある。ポーラスカップを用いた場合の問題点として、土壌水を採取する時に内部を陰圧にするため細孔が目詰まりすることや、土壌に十分な水分がない時には採取が不可能であるということが上げられる。

### 1) 透析膜による土壌成分の推定

上述した問題点に鑑み、我々は先端に数個の穴をあけた 15mL 容遠心管に透析膜を付け、内部に純水を入れる簡易型土壌成分抽出カラムを作成した。このカラムは透析膜に接している外部土壌とイオン交換し、内部液と外部土壌のイオンを平衡状態にさせるものである。本報告ではこの簡易型土壌成分抽出カラムにより得られた成分が施肥や植物の成分にどのように対応するのか調査した。

### 実験方法

1/5000a のポットに土壌を詰め水道水で灌水した。遠心管内部に超純水を 2mL 入れ土壌に差し込んだ。成分分析について、アンモニウムイオンはインドフェノール法で、リンはモリブデンアンモニウム法で、カリウム及びマグネシウムは原子吸光法で測定した。

イネのポット栽培については「1. 供試土壌の特性」に示したのものを使った。

### 結果と考察

透析膜を使った簡易型土壌成分抽出法について検討した。始めに回収される水の量とアンモニウムイオンについて調査した(図 6-4)。その結果6時間以上放置すると、カラム内の水の量の変化はなくなり、アン



モニウムイオンの濃度変化もなくなることが明らかとなった。

表 6-4 に異なった肥料を施した土壌について、簡易型土壌成分抽出カラムにより捕集された成分と植物体(イネ)の根及び地上部の成分含量を調査した結果を示した。簡易カラムにより得られた土壌成分の値と施肥あるいは植物に含まれる成分濃度との相関は認められなかった。

今回作成した簡易型土壌成分抽出カラムではアンモニウムイオンについては土壌と内部水が平衡に達する時間は決定できたが、得られた各成分データについては施肥や植物体の成分含量との間に相関は認められなかった。従って、現地圃場での土壌成分状態の推定にはデータの解析手法を検討する必要があると結論付けられる。

## 2) RQ フレックスを用いた土壌抽出液からの土壌成分推定手法の確立

フレックスシステムは乾電池で駆動し、各元素特有の試験紙および試薬を用いて呈色反応により溶液中の目的成分濃度を測定する機器である。簡便かつ高感度である一方、対象が溶液状態である必要がある。土壌成分については、抽出法として 2N KCl による抽出法が一般的である。しかし、RQ フレックスにおけるアンモニア濃度測定試薬は多量の塩素イオン(1g L<sup>-1</sup>)やカリウムイオン(1g L<sup>-1</sup>)により発色が妨害される。本圃場は交換性陽イオンとしてカリウム 0.344 mg/g、カルシウム 0.121 mg/g マグネシウム 0.121mg/g を含んでいる。酢酸ナトリウムにより土壌中のカリウムがすべて溶出すると濾過液には 33.4 ppm 程度含まれるが、これは発色を妨害する濃度ではないことは確認している。今回、迅速測定法に用いる抽出液には発色妨害成分を含まない酢酸ナトリウムについて検討した。なお酢酸ナトリウムの濃度は 2N とし、pH は 6.8 に調節した。

### (1) 抽出溶媒、抽出方法の確立

#### 土壌抽出溶媒の検討

通風乾燥した水田土壌 2g について、2N 酢酸ナトリウムで抽出した場合と、2N KCl で常法に従い抽出した抽出液について、インドフェノール法によりアンモニア濃度を測定し比較した。抽出方法は常法に従い、両抽出液ともに 1 時間の浸透後、30 分放置し上清液を濾過して発色のための試料とした。その結果、酢酸ナトリウム抽出では 6.53-N ppm であったが KCl 抽出法では 6.21-N ppm となり、若干酢酸ナトリウム法の方が高い値を示したが、簡易測定法としては充分使用できることを確認した。

#### 直線性の検討

RQ フレックスによる酢酸ナトリウム中のアンモニアが再現性よく定量できるか否かについて検討した。酢酸ナトリウム中に濃度既知のアンモニアを添加し、これを RQ フレックスのアンモニア測定マニュアルに従い測定した。その結果、マニュアル測定法に添付されていた測定反内の濃度であれば、アンモニア濃度と測定結果は  $R^2 = 0.942$  と高い相関関係を示した。

### (2) 土壌抽出液の抽出方法の検討

現場における土壌成分を測定する方法として、1) 操作に特殊な機器を必要としない、2) 操作が迅速である、3) 再現性が良い、ということが求められている。従来の常法では、土壌を通風乾燥した後 2mm の篩を通過させ、一定量を秤量した後抽出液で浸透するといった操作が必要である。そのため、土壌採取から測定結果がでるまでに数日を要し、再現性は高いものの、現場での土壌診断としては迅速性において若干問題がある。そこで我々は現場でもすぐに使用できる、秤、RQ フレックスおよびメスシリンダーのみを使うことを念頭に置いた操作を考案した。

始めに常法では1時間、震盪しているが、酢酸ナトリウムを抽出溶媒とした場合、土壌からのアンモニア溶出にかかる時間を検討した。そのさい、50mL のディスポーザブルシリンジにガラスフィルター(φ20mm)をしいた容器を使い、後方からピストンにより圧力をかけ、迅速に濾過した。試料は通風乾燥した水田土壌を供した。その結果、アンモニアに関しては30秒間の震盪により1時間震盪した場合と同程度の抽出効率を得られることを確認した。

次に現場での抽出を考え、サンプリング直後の生土からの抽出を試みた。土壌は圃場の0-30cmの作土層を採土器により取り出し、大きな礫を取り除いたものを試料に供した。初め濾過液を得るためにガラスフィルターのみで後方からピストンを押すことで濾過をおこなったが、微細な粒子が多く含まれているために容易な濾過が不可能であった。いくつか検討した結果、ガラスフィルターの前段に脱脂綿をつめることでこの問題は回避できた。また、抽出作業を多数行う時に、ピストンを押す圧力が異なり、シリンジ内部に残液として残る抽出液量に違いが出た。そこで、市販のコーキングガンを用い、レバー操作によりピストンに圧力をかけることで、けんだく液からの濾過量を一定に得ることができた。一旦土壌を抽出液で飽和させた後、一定条件で抽出するこの操作により、抽出操作後の土壌重量から土壌固物量を推定することができた。その結果、乾物当たり1.39倍の抽出液が含まれることを確認した。また、脱脂綿とガラスフィルターについて、土壌を含まない状態で上述の操作を行い、それぞれが緩衝液を保持する量を測定した(脱脂綿は重量の4.23倍、ガラスフィルターは重量の4.58倍)。これは、抽出操作後にシリンジより土を取り出す際、ガラスフィルターおよび脱脂綿中に土壌が含まれるため、一旦土壌、ガラスフィルター及び脱脂綿全ての重量を測定し、後から計算により抽出操作後土壌重量を求めるために必要なパラメーターである。添加する抽出液量は20mLとした。濾過液の液量はメスシリンダーにより測定した。

以下のパラメーターから、生土中の水分(Soilw)、風乾土壌重量(Soild)及び正味の抽出液全量(Buflh)を計算により求めた。なお計算は便宜上酢酸ナトリウム緩衝液1mLを1gとした。

土壌生土重量: Soilf

抽出操作後土壌重量: Soilaf

濾過液の液量: Buflh

とすると

$Soild = Soilaf / 1.39$

$Soilw = Soilf / Soild$

$Buflh = 20 + Soilw$

$N \text{ ppm} = \text{測定値} \times 1.29 \times Buflh / Soild$

(測定値×1.29: RQフレックスマニュアルに示された換算係数)

### (3) 時期および窒素施肥方法の違う水田圃場からのアンモニア抽出

イネ幼苗の移植は5月22日に行われ、1筆62.5a(125m×50m)区画の水田を6分割し、元肥窒素施肥の量及び穂肥の有無についてそれぞれ処理区を設け栽培を行った。元肥にはおぐに元機2号(N:P:K=14:22:12、窒素成分14%の内LPS100が4%、有機質肥料0.9%、残りは硫安)を10a当たり25kg側条施肥した。あらかじめLP70(N:34%)を一反当たり1kg、2.5kg、5kgとなるように表層施肥した。穂肥は出穂14日前の7月26日に穂肥V5を窒素として1kg/10aとなるように各元肥処理区の半分(図6-5)。

イネを栽培している圃場から土壌を採取し、直ちに今回考案した方法でアンモニアを測定した値と、試料

の一部を風乾した後 2N KCl 震盪抽出法による従来法で測定した結果を比較した。土壌の採取は7月4日から8月27日の間に5回行った。その結果、アンモニア濃度について時期及び施肥法の違いにより、従来法と相関が認められたものはなかった(図6-6)。

2N の酢酸アンモニウムによる抽出については、事前の検討結果よりアンモニアの測定については 2N の KCl と同様の値を示したことから、今回実際の水田土壌を用いた実験については2つの問題があったことが推察される。始めに抽出操作終了後の土壌から乾物重を推定するための補正值について、最終的に土壌中に残存した液量について、補正值を求める際に3検体について調査したが、さらに連数を増やして補正值を決定する必要があったのかもしれない。次にコーキングガンによる濾過液の強制排出について、土壌抽出液のけんだく液に過剰な圧力がかかり、物理的な効果を及ぼしてしまったため 2N KCl を用いた従来法と相関の見られない結果になった可能性がある。以上の問題点に留意し、今後土壌成分の簡易迅速測定法を確立する必要がある。

### 3. 施肥窒素量を変化させた土壌の遊離アンモニア濃度とコメの品質

#### 実験方法

上述の「時期および窒素施肥方法の違う水田圃場からのアンモニア抽出」と同一の圃場から土壌を採取した(図6-5)。土壌の採取と同時に葉の SPAD と草丈を測定した。コメについては収穫時10株を無作為に刈り取り、ガラス室内で十分乾燥させた後穂を取り、脱穀した(ケット社製電動もみすり器 TR-200)。処理区当たりの平均収量に 1m<sup>2</sup> 当たりの株数をかけて反収を推定した。コメの品質は玄米を SHIZUOKA SEIKI 社製食味分析計(PS-500)により測定した

#### 結果

2N KCl で抽出した従来法によるアンモニア濃度測定結果を図6-7に示した。その結果、元肥窒素濃度が最も高い N5 区において、他の施肥区よりも遊離アンモニア濃度が高い値を示した。さらに追肥投入後である8月1日では N2.5 区と N5 区が顕著に高い値を示した。一方 N1 区における追肥の効果はほとんど認められなかった。これは、追肥後降雨により水口方向に追肥窒素が移動してしまったことが原因と考えられる。その後 N2.5 区に追肥した N2.5 add 区においてやや高い値は示したものの、8月15日には追肥による遊離アンモニアの効果は低くなった。さらに8月22日では、元肥窒素を慣行区と比較し多量に投入した N2.5 及び N5 区において再び遊離アンモニアの鵜殿上昇が認められた。これは元肥で投入したおぐに元機2号について、窒素成分14%の内 LPS100 が4%含まれているが、これが8月の地温の上昇と共に急速に溶出してきた可能性がある。

また、本圃場で栽培したイネの草丈及び SPAD 値について図6-8に示した。N1 区における SPAD 値は、追肥による葉色の変化が認められた。一方 N2.5 区および N5 区については生育初期から高い値を示し、追肥による葉色の変化はほとんど認められず、生育に従い緩やかに減少した。この結果は、生育初期に多量に吸収した窒素により、結果として追肥による窒素の吸収が葉色に現れなかったことを示唆している。草丈については、元肥窒素の最も少ない N1 区では草丈の変化は追肥の有無にかかわらず7月4日から17日にかけて急激に伸長し、その後草丈の伸びは緩やかになった。N2.5 区については追肥区について7月31日から8月14日にかけても草丈の伸長は増加した。N5 区については、草丈の変化に追肥の効果は現れなかったが、7月4日から7月31日まで急激な伸びは止まらず、その後も伸長する結果となった。

各施肥法におけるコメの収量と品質を示す生育指標である出穂前の葉色および葉色×茎数値を表5-5に

示した。出穂38日前では、葉色についてN5区以外では目安とされる4.0-4.5を下回った。また全ての施肥区において茎数も少なく、結果として葉色×茎数値は目安値以下となった。出穂19日前には、N1区以外茎数は十分になったが、葉色値が高くなり結果として葉色×茎数値は目安値を上回る値となった。

収量及び食味値を表5-6に示した。収量についてN1区では、追肥なしで520kg/10a 追肥した場合は587kg/10aの収量を得ることができた(図)。N2.5区では追肥の有無にかかわらず660kg/10aの収量となった。N5区では追肥の有無に関わらず甚だしく倒伏し、減収する結果となった。

施肥量の違いによらず、アミロース値は20%程度となったが、これは本圃場が山間地にあり気温が低いことが原因である可能性が考えられた。タンパク値はN5追肥区において7.0%と高い値を示したが、次いで追肥の有無に関わらずN1が6.3-6.5%となり、N2.5区で5.8%となり最も低い値を示した。

N1区では、生育初期に窒素が欠乏し、その後穂肥による子実の充足がなされたため追肥区で収量増加につながったものと考えられる。またN2.5区では生育後期まで葉の光合成が維持され、子実の充足がN1区よりも高くなり、結果としてタンパク値が減少したと考えられる。またN5区では早期に倒伏したため光合成産物の転流が阻害され、子実の充足は不足しタンパク値が上昇したが、収量としては高くなったと考えられる。

本研究により対象圃場では、元肥の施肥量は低く、早期に窒素成分が溶出する窒素肥料を施用し、出穂20日前の葉色に注意しながら穂肥を施肥すると、収量および品質が高く保たれることが示唆された。

#### 参考文献

農業技術体系 土壤施肥編 4「土壤診断・生育診断」農山漁村文化協会  
土壤構成成分解析法(III) 伊藤純雄 日本土壤肥料学会編 PP37-58 博友社  
尾和・加藤 平成2年 農業生産管理システム構築のための情報技術の開発 農林水産省農業研究センター P334-343

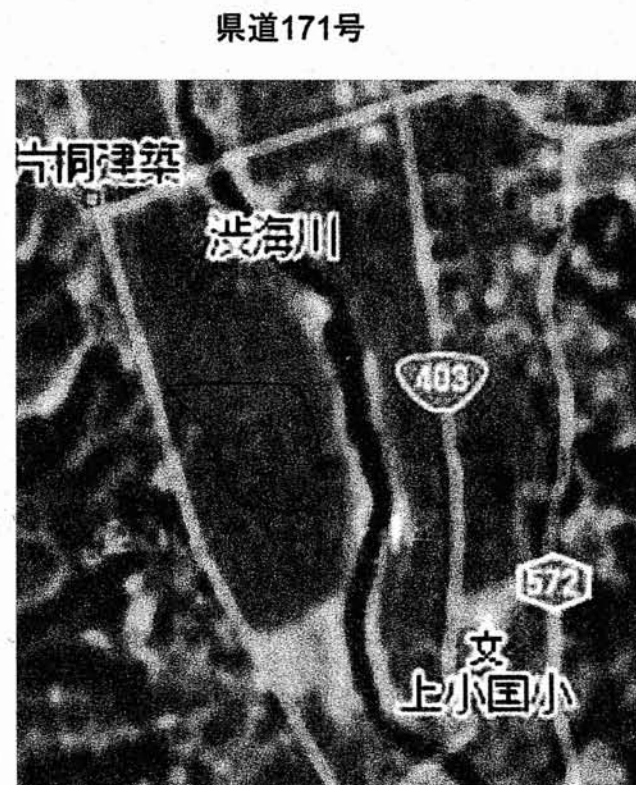
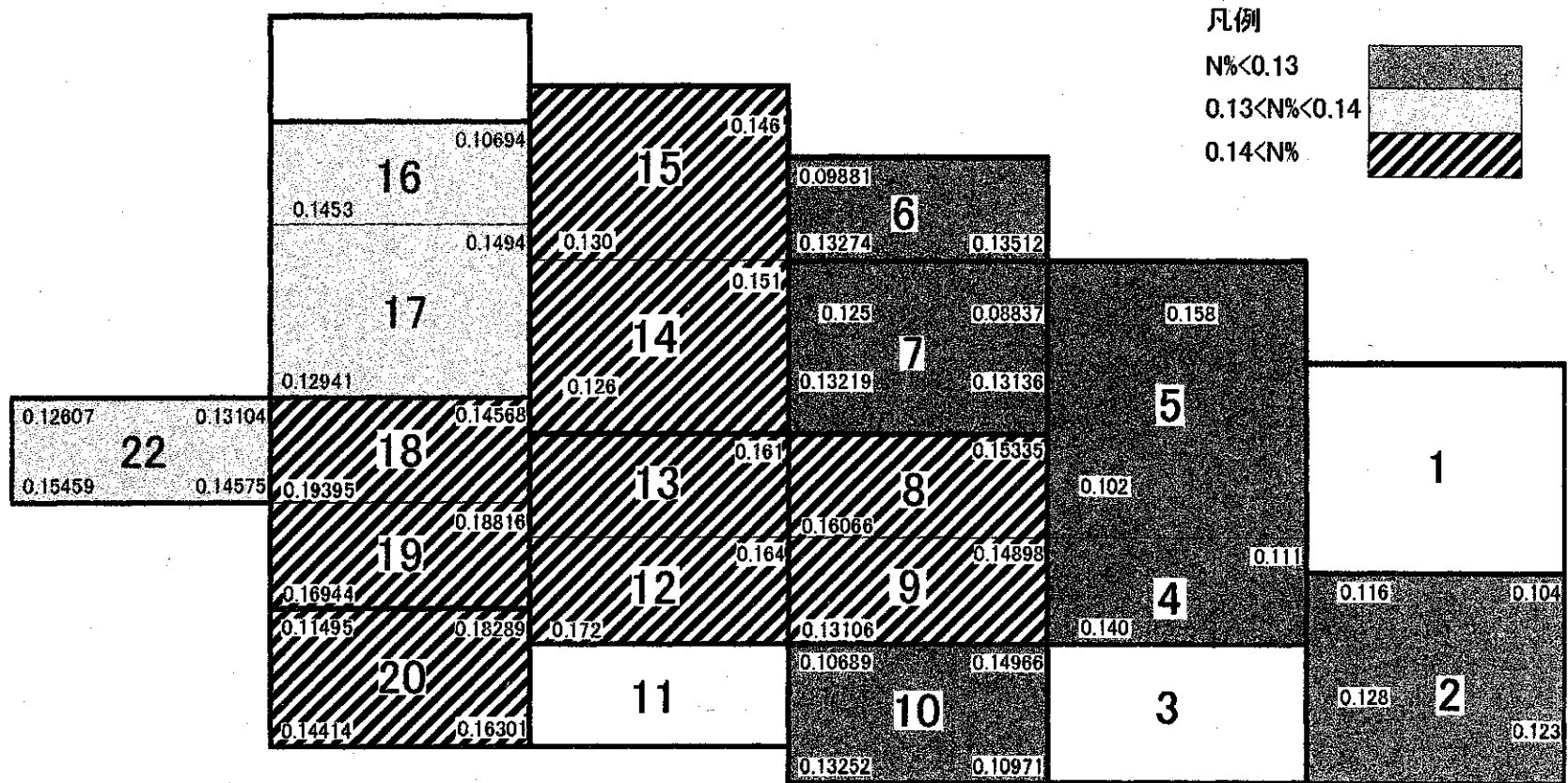


図6-1 対象圃場周辺の地図 (google mapより引用)

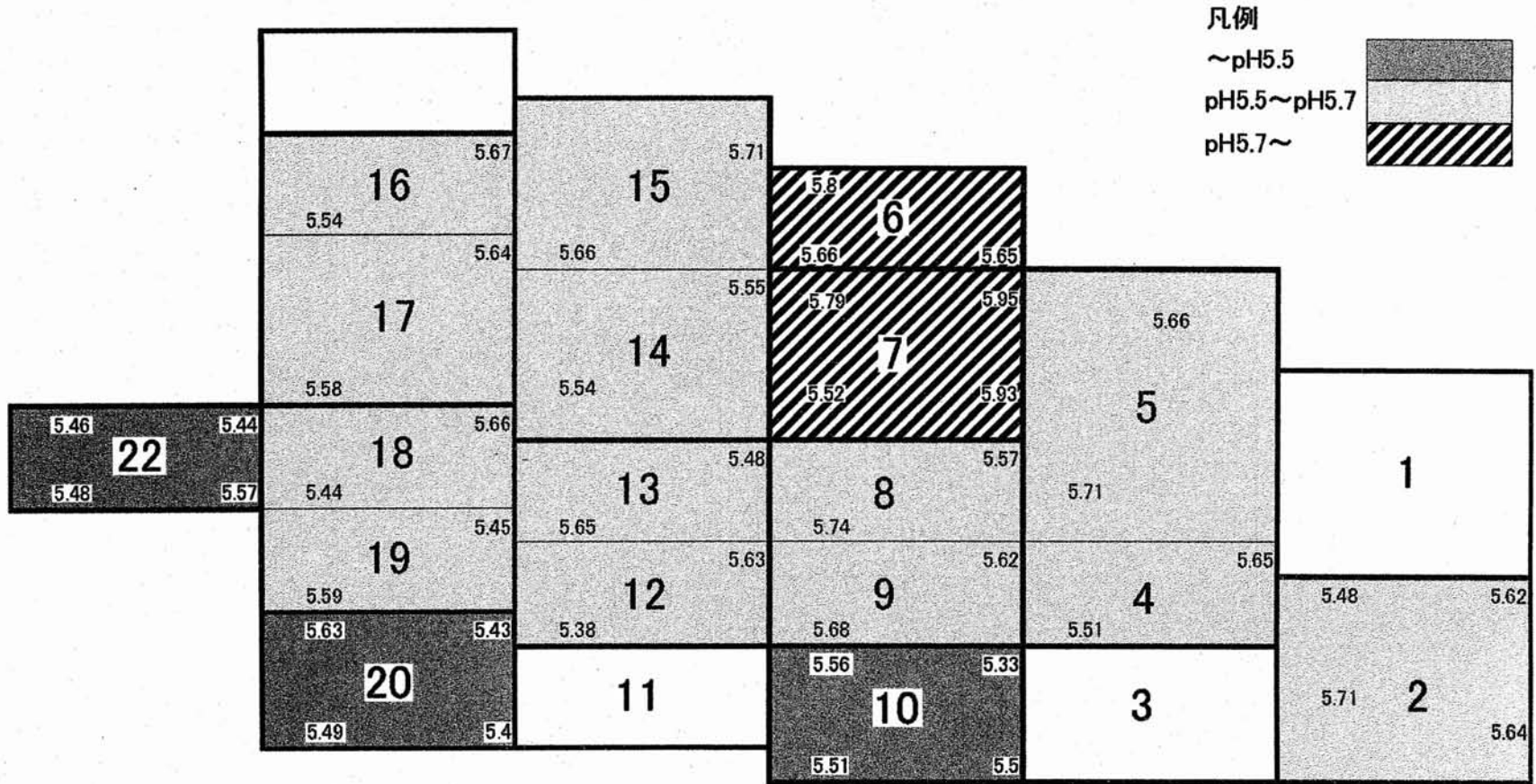
# 渋梅川



# 県道171号

図6-2 対象圃場およびその周辺圃場の土壌窒素濃度(N%)

# 渋梅川



# 県道171号

図6-3 対象圃場およびその周辺圃場の土壌pH

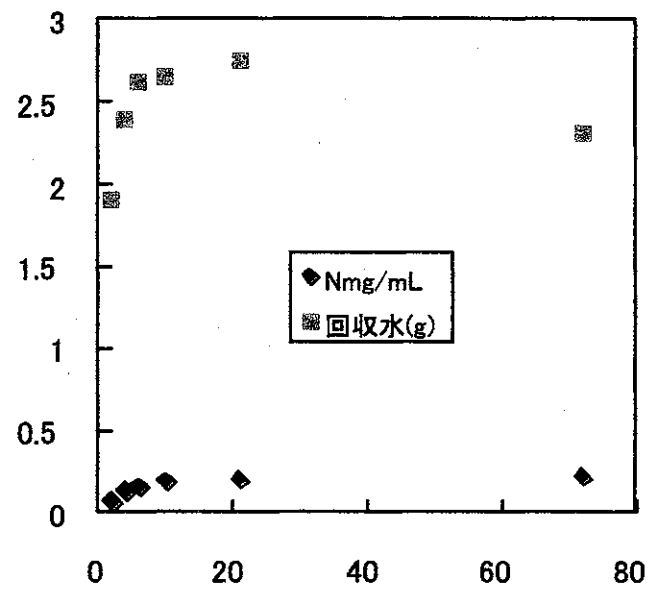


図6-4 簡易型土壤成分捕集カラムにより得られた水の量とアンモニウムイオン濃度



10番圃場(試験設定区)

田植え 5月22日

元肥 おぐに元機2号 25kg/10a (N 14%, P 22%, K 12%)  
(N成分14%のうちLPS100 4%, 有機質 0.9%)側状  
+LP70肥料(N 38%) 表層施肥

追肥 穂肥V5 5 kg/10a (N 15%, P 5%, K 15%) 7月27日

(4番圃場(慣行区)は元肥としておぐに元機を25kg/10a、追肥は穂肥V5 5 kg/10a を7月27日に施肥した)

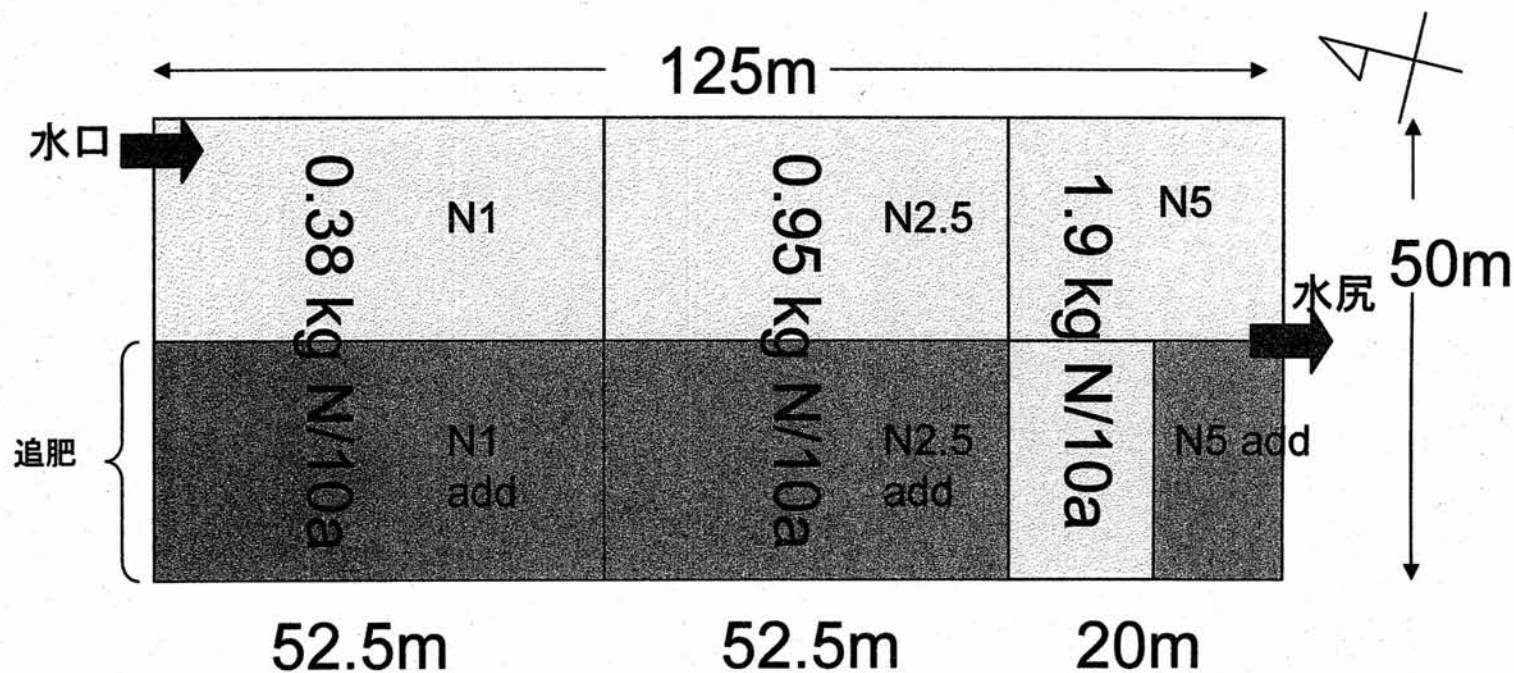


図6-5 施肥窒素量の検討

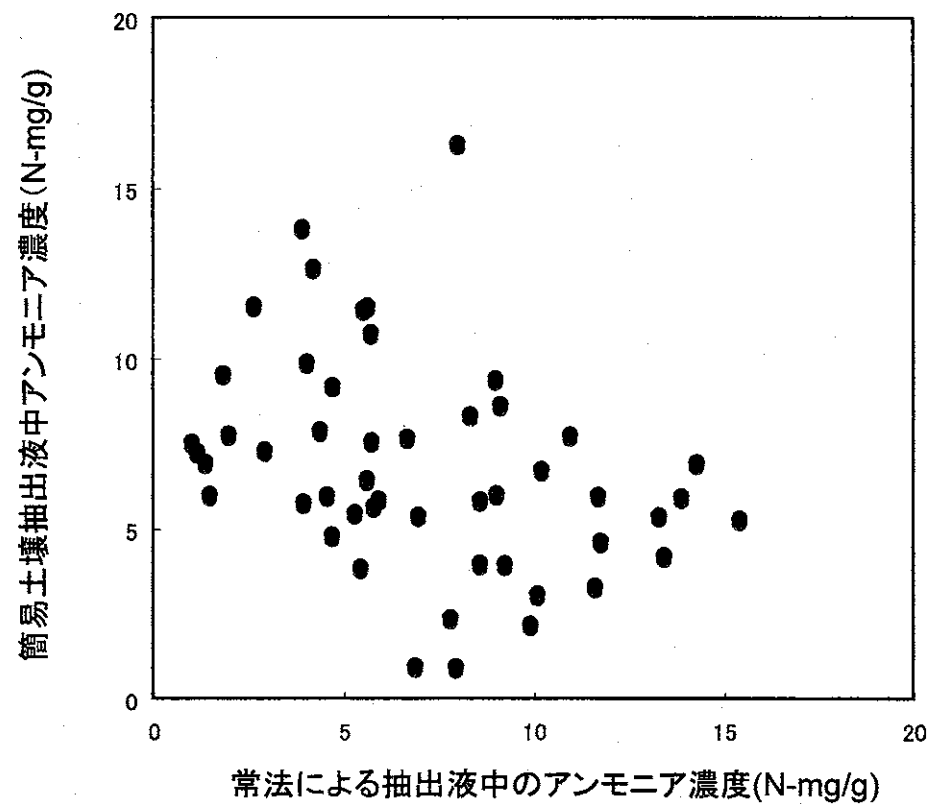


図6-6 RQフレックスによる簡易土壌抽出液のアンモニア態窒素測定値と、常法により抽出しインドフェノール法で測定したアンモニア態窒素濃度の比較

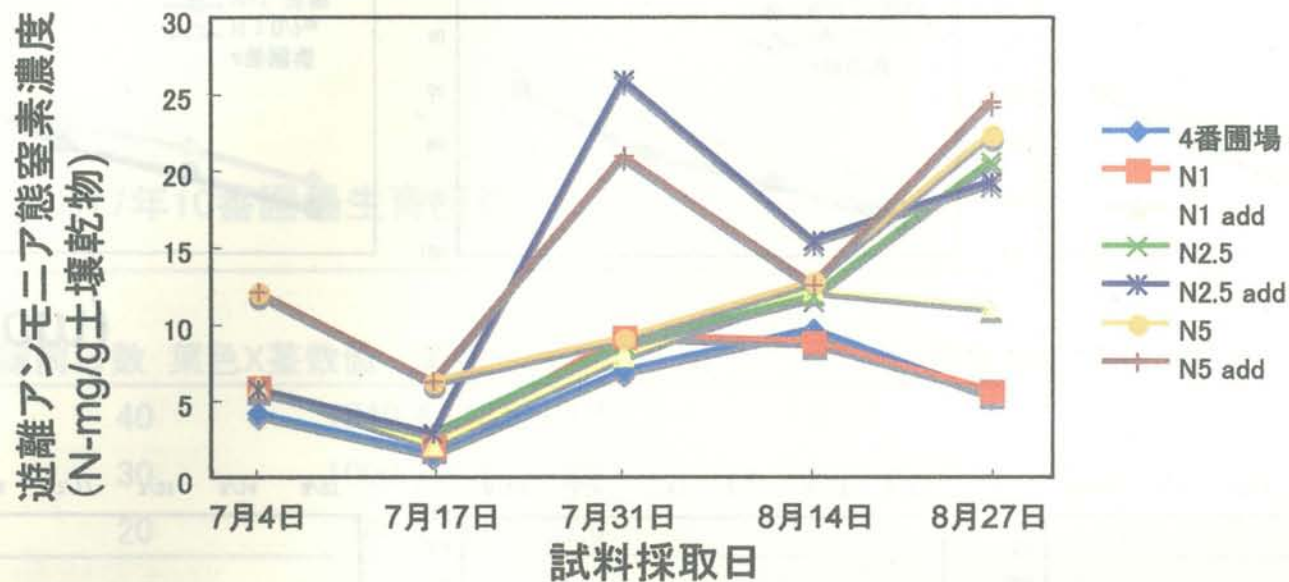
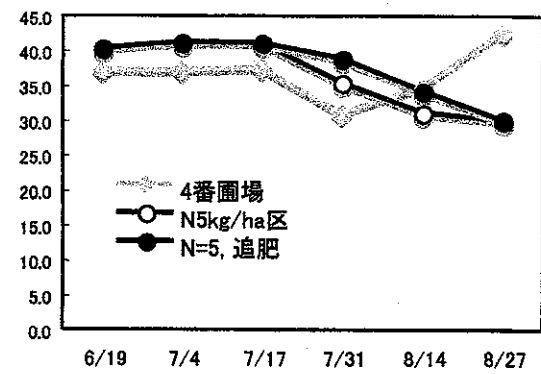
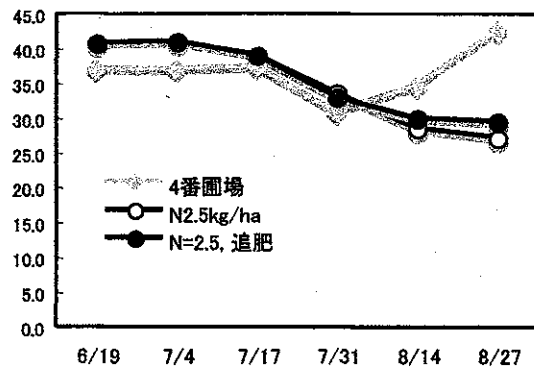
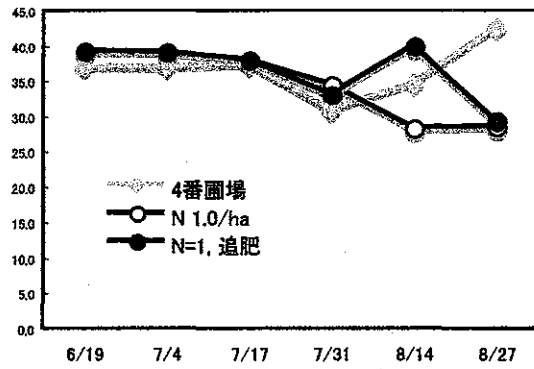


図6-7 各施肥法及び4番圃場における遊離アンモニア態窒素濃度の変化。土壌試料は2N KClで抽出し、インドフェノール法でアンモニア濃度を測定した。

# SPAD値



# 草丈 (cm)

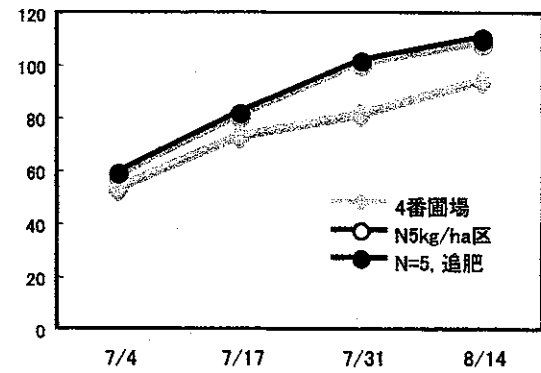
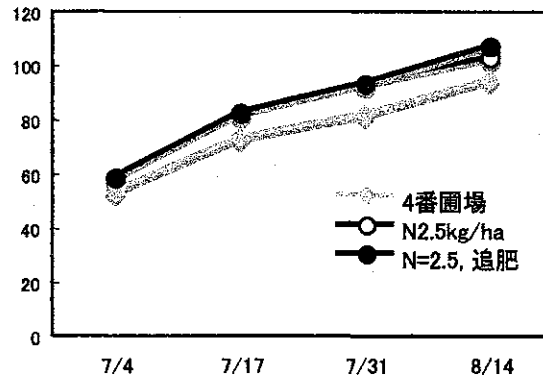
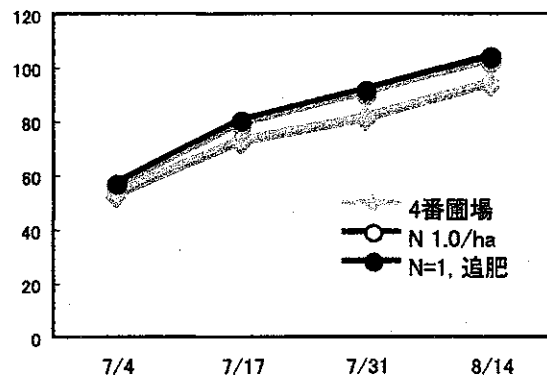


図6-8 各施肥区におけるイネの生育状況

表6-1 H17年10番圃場生育調査

出穂前日数	葉色X茎数值	葉色	LAI	目安	
				葉色X茎数值	葉色
40	1840	4.1(3.5~4.6)	1.8	2300	4.0~4.5
30	1000	2.9(2.2~3.2)	2.2	1900	3.5
20	780	2.4(1.8~2.8)	2.5	1400	3.0~3.5

表6-2 水田土壌の各成分

	N (%)		P (PO <sub>4</sub> mg/g)		K (mg/g)		Ca (mg/g)		Mg (mg/g)	
No fertilizer	0.121	(0.011)	1.032	(0.342)	0.344	(0.055)	0.121	(0.011)	0.121	(0.011)
+N	0.145	(0.028)	0.780	(0.210)	0.326	(0.270)	0.145	(0.028)	0.145	(0.028)
+NP	0.139	(0.027)	1.450	(0.756)	0.317	(0.156)	0.139	(0.027)	0.139	(0.027)
+NPK	0.136	(0.013)	1.581	(0.727)	0.680	(0.179)	0.136	(0.013)	0.136	(0.013)

( ): Standard deviation

表6-3 各施肥を施した土壌で栽培したイネの地上部及び根部の成分

	N (mg/g)		PO <sub>4</sub>		Shoot K		Mg		D.W. (g)	
	No fertilizer	4.34	(0.41)	8.79	(1.00)	30.58	(0.68)	1.75	(0.14)	1.37
+N	21.42	(2.44)	7.94	(0.71)	1.98	(0.40)	13.29	(2.14)	9.63	(1.44)
+NP	22.13	(1.29)	9.00	(0.95)	13.88	(1.64)	2.17	(0.22)	8.87	(1.24)
+NPK	25.77	(2.49)	8.40	(0.51)	36.68	(1.40)	1.98	(0.21)	6.77	(1.83)
					Root					
No fertilizer	3.23	(0.31)	9.87	(0.40)	12.25	(1.32)	0.90	(0.07)	1.66	(0.41)
+N	6.43	(1.14)	6.00	(1.12)	5.94	(0.57)	1.35	(0.15)	3.5	(1.05)
+NP	7.05	(0.90)	13.72	(1.28)	5.86	(0.54)	1.50	(0.03)	2.75	(0.51)
+NPK	6.03	(0.64)	15.16	(3.06)	16.21	(1.24)	1.49	(0.16)	2.27	(0.64)

表6-4 簡易型土壤成分捕集カラムにより得られた各成分濃度と施肥及び植物体各成分濃度との関係

	24時間後の水	Soil			Plant (average of 5 replication)					
		N ppm	k ppm	Mg ppm	N (mg/g)		K (mg/g)		Mg (mg/g)	
					Shoot	Root	Shoot	Root	Shoot	Root
NPK_1	1.689	2.605	0.453	0.096						
NPK_2	3.194	16.073	0.745	0.124						
NPK_3	2.150	13.895	0.735	0.134	25.77	6.03	36.88	16.21	1.98	1.49
NPK_4	2.540	14.722	0.850	0.117	(2.49)	(0.64)	(1.40)	(1.24)	(0.21)	(0.16)
NPK_5	-	-	-	-						
NP_1	-	-	-	-						
NP_2	1.511	0.306	0.124	0.137						
NP_3	3.229	5.004	0.165	0.092	22.13	7.05	13.88	5.86	2.17	1.50
NP_4	2.364	0.488	0.197	0.058	(1.29)	(0.90)	(1.64)	(0.54)	(0.22)	(0.03)
NP_5	1.976	0.690	0.156	0.061						
N_1	3.151	1.597	0.903	0.075						
N_2	2.462	17.383	0.216	0.219						
N_3	-	-	-	-	21.42	6.43	1.98	5.94	13.29	1.35
N_4	-	-	-	-	(2.44)	(1.14)	(0.40)	(0.57)	(2.14)	(0.15)
N_5	3.782	-	0.219	0.251						
No fertilizer_1	-	-	-	-						
No fertilizer_2	2.842	0.151	0.153	0.176						
No fertilizer_3	2.131	0.019	0.181	0.160	4.34	3.23	30.58	12.25	1.75	0.90
No fertilizer_4	-	-	-	-	(0.41)	(0.31)	(0.68)	(1.32)	(0.14)	(0.07)
No fertilizer_5	2.150	0.044	0.245	0.083						

( ): standard deviation



表6-5 10番圃場各肥料区の生育データ(2006)

	N=5 +追肥					多肥 -追肥				
	SPAD値	葉色値	茎数	葉色×茎数値	LAI	SPAD値	葉色値	茎数	葉色×茎数値	LAI
出穂38日前	41.3	4.49	498	2233	2.18	39.1	4.16	499	2078	2.03
出穂19日前	40.8	4.94	491	2425	6.74	37.3	4.56	446	2032	5.64

	N=2.5 +追肥					標肥 -追肥				
	SPAD値	葉色値	茎数	葉色×茎数値	LAI	SPAD値	葉色値	茎数	葉色×茎数値	LAI
出穂38日前	37.3	3.89	496	1929	1.89	37.2	3.87	511	1980	1.94
出穂19日前	34.9	3.88	454	1764	4.90	35.5	4.05	458	1853	5.15

	N=1 +追肥					少肥 -追肥				
	SPAD値	葉色値	茎数	葉色×茎数値	LAI	SPAD値	葉色値	茎数	葉色×茎数値	LAI
出穂38日前	36.8	3.81	438	1668	1.63	35.7	3.65	448	1635	1.60
出穂19日前	35.4	4.04	402	1626	4.52	32.8	3.33	374	1246	3.46

データは肥料区内10株の平均値

茎数(m-2)、LAI(m<sup>2</sup> m<sup>-2</sup>)

葉色値は時期別群落葉色値とSPAD値の関係(平成6、新潟農試)より算出

### コシヒカリの時期別生育状態の目安

出穂前日数	葉色×茎数値	葉色
40	2300	4.0~4.5
30	1900	3.5
20	1400	3.0~3.5

新潟県水稻栽培指針より

表6-6 窒素処理が収量と食味に及ぼす影響

	反収(玄米)(俵)	玄米率	スコア	食味値(%)			
				タンパク質	脂肪酸度	アミロース	水分
N=1	8.0	0.798	79	6.50	10.00	21.33	10.77
N=1, 追肥	8.9	0.785	80	6.30	10.67	20.97	11.30
N=2.5	10.5	0.810	85.5	5.85	9.00	20.85	11.95
N=2.5, 追肥	10.5	0.813	84.8	5.83	8.75	21.00	11.28
N=5	9.8	0.777	84.5	5.95	9.50	20.73	11.73
N=5, 追肥	8.8	0.641	73.8	7.05	12.50	20.75	12.78

## 第7章 米の品質情報に関する栽培管理情報とそのモニタリング

米の品質は同一品種であっても、生産地の気象および土壌要因に強く影響される。また栽培条件、収穫、乾燥・調整および保存法などにも強く影響される。本章では栽培、特に窒素施肥が食味および外観品質に及ぼす影響について主に述べたい。

### 1. 米の品質

#### 1) 食味品質

米の食味は、感覚的なものであり、日本では一般に「白くてつやがあり、ほのかな香りを持ち、噛めば軟らかくて適度の粘りがあり、かすかな甘みとうま味を有している」米飯が好まれる。このように米の食味は人間の感覚としてとらえられるため、最終的には炊飯米を試食する官能試験によって、外観、香り、味、硬さ、粘り、総合の各項目が評価される。しかしながら官能試験は20名以上の熟練パネラーによるもので、一度に多くの試験が行なえない、再現性に劣る、年次を超えた比較ができないなどの問題がある。したがって簡便かつ客観的に食味を評価するために、食味関連成分、精米粉末の糊化特性、精米の炊飯特性および米飯物性等の理化学的試験法が開発されてきた。タンパク濃度、最高および最低粘度、ブレイクダウン、炊飯液のヨード呈色度の値を用いた重回帰により、高精度で官能試験による食味総合評価を推定できることが報告されている(竹生ら1985)。

米粉の糊化特性はデンプン組成と深く関連する。デンプンは直鎖状のアミロースと樹枝状のアミロペクチンの2成分からなる。一般にアミロース含量が低いほど、糊化特性に優れるとされる(Hizukuri 1969)。しかしながら、デンプンの糊化特性にはアミロース含量よりもアミロペクチンの分子構造や鎖長が強く影響する(Nakamura et al. 2002)。このようにアミロース含量は糊化特性やテクスチャー特性の大まかな指標にしかなり得ない。

米のタンパク濃度は食味の低下要因である。米のタンパク濃度が高いと、硬く粘りのない炊飯になる。米粒に含まれる貯蔵タンパクは2種類のプロテインボディに濃縮される(Masumura et al. 1988)。PB-Iにはプロラミンが、PB-IIにはグルタミンが集積するが、食味に関係するのはプロラミンであると考えられている。水を吸わないプロラミンからなるPB-Iが胚乳細胞の表層を覆うため、細胞内のデンプン粒の吸水・糊化に悪影響をおよぼすと考えられている。

これまでに、米のタンパク濃度と食味官能値との間には高い負の相関関係がしばしば報告されている(竹生ら1983、石間ら1974、山下・藤本1974)。しかしながら、これらの高い負の相関関係は、6.5%~9%(水分含量14%に換算)という玄米タンパク濃度の比較的高い範囲で認められたものである。一方、玄米タンパク濃度が7%以下(水分含量14%に換算)の場合、必ずしもタンパク濃度と食味官能値の間には明確な関係は認められていない(井上2003、近藤2007)。この原因としては以下のようなことが考えられる。精米の理化学的特性には千粒重が大きく影響しており(松江・尾形1997)、粒厚が薄い米ほど糊化特性値あるいはテクスチャー特性値が不良であることが指摘されている(Matsue et al. 2001)。タンパク濃度が一定水準以下の米は、千粒重や粒厚が小さいものが含まれやすいことが予想され、食味はこれら粒型等により強く影響を受けるものと考えられる。

以上のようにアミロース含量やタンパク濃度は米の食味との間に一定の関係が認められており、

食味品質の指標として用いられる。ただしこれらの値が食味と関係があるのは、ある範囲内においてであることを留意する必要がある。

## 2) 外観品質

主に玄米の外観によって決まる品質で、米の検査等級を決定する。カメムシなどによる被害粒や未熟粒の割合によって判定される。この中でも近年特に問題となっているのが白未熟粒の存在である。白未熟粒とは、胚乳の特定の部位にデンプン粒の間に小さな孔隙が生じたため光が乱反射し、白濁して見える米粒をさす。白濁する箇所によって乳白粒、基白粒、背白粒あるいは腹白粒などと呼ばれる。

外観品質は文字通り見た目の品質で、一等米比率の算定根拠となる数値であるが、食味と関係あることが指摘されている(松江・尾形 1997)。特に乳白粒の発生割合と食味との間には高い負の相関が認められた(若松ら 2007)。炊飯の食味は米のデンプン粒の吸水および糊化過程に負うものが大きく、デンプン粒内の孔隙が吸水および糊化に悪影響を及ぼしているであろう。

## 2. 米の品質に及ぼす栽培管理の影響

### 1) 気象要因と品質

米の品質を支配する要因は、登熟期の気象環境や稲体栄養生理などさまざまである。環境要因としては特に登熟期前半の気温が重要である。登熟期前半の平均気温が 25℃程度でもっともアミロース含量が低下し、気温がそれ以下であると高まる傾向にある。一方、登熟期の高温により、アミロペクチンの分枝状側鎖の鎖長分布が変化する(Asaoka et al. 1984; Aboubacar et al. 2006)。また、登熟期前半の平均気温が 27℃を超えると乳白粒やその他の白未熟粒が多発する(井上 2003; 森田 2005)。等しい気温環境下にあっても、日射量が高いと外観品質が高まることも報告されており(近藤ら 2005)、登熟期間の気象環境を最適とする作期の策定は極めて重要である。しかしながら、調査圃場の森光のような地域では、春先の低温や残雪、秋冷等の制約があるため、作期策定の自由度がほとんどないのが実情である。

### 2) 窒素施肥と玄米タンパク濃度

玄米タンパク濃度は登熟期の稲体窒素濃度が高いと高まることが知られており、特に出穂期前後の稲体窒素濃度と米のタンパク濃度との間には高い相関が認められる(平ら 1974; 平ら 1975; 山下鏡一・藤本暁夫 1974)。基肥量の食味への影響は栄養生長量等を通じた間接的なものであるが、出穂期近くの追肥は食味に大きな影響を与える(平ら 1974)。したがって近年では出穂期頃の追肥である実肥は施用しないのが一般的である(寺島 2003)。

窒素施肥は米のタンパク濃度に強く関与するものの、窒素施肥の減量が必ずしも米のタンパク濃度の低下につながるものではないことも報告されている。山形県の事例(松田 2005)では、施肥法の改善と窒素施用量の減量による結果、1990年代半ば頃までにタンパク濃度は低下した一方玄米千粒重は増加し、米の品質は高まった。しかしながら、その後も窒素施用量は減少傾向にあったにもかかわらず、玄米千粒重は低下する一方で米のタンパク濃度は横ばいの傾向にあった。行き過ぎた窒素減量が玄米千粒重の低下を招き、そのため米のタンパク濃度は低下しなかったと考えられる。

### 3) 窒素施肥と白未熟粒

いずれの白未熟粒も登熟期の高気温環境がその発生原因となり、登熟期前半の平均気温が27℃を超えると多発する。乳白粒、基白粒および背白粒は登熟期の稲体の窒素濃度と密接な関係にあることがわかってきた。乳白粒は高温および発達中の胚乳中のデンプン基質供給不足によって発生する(塚口 2007; 塚口ら 2007)。高気温は胚乳への糖供給不足を助長する(Tsukaguchi and Iida 2008)が、その作用機序については現在研究を進めている。このように乳白粒の発生は胚乳への糖供給不足によって引き起こされるが、登熟期の稲体窒素濃度を高め光合成能を高めることにより、乳白粒の発生が軽減されることがわかってきた(山口ら 2006; 中川ら 2006; 井上ら 2007)。一方登熟期の稲体窒素濃度は同時に基白粒や背白粒の発生を抑制することが知られているが(高橋 2006)、その作用機序は不明ながら、光合成能を通じてではないことがわかっている(中川ら 2006)。このように多くの場合、米の外観品質は登熟期の栄養状態を強く反映しており、米のタンパク濃度が低い条件では白未熟粒の発生率が高まりやすい。

以上のことから、近年全国各地で白未熟粒の発生増加によって一等米比率の低下が問題となっているのは、温暖化傾向に加えて、食味を重視するあまり窒素施肥を過度に減量してきたことが一因であると考えられる。前述のように、一定以下の米のタンパク濃度と食味官能値との間には明確な関係は認められない。タンパク濃度の一定水準以下の米においては、粒厚や白未熟粒の発生などの他の要因の影響が大きくなることが予想される。窒素の施用量過多は米のタンパク濃度から見るとマイナスであるが、白未熟粒の抑制や粒揃の観点からはプラスの効果を持つ。それらのバランスを考えた適切な窒素施肥が良食味米生産のためには必要不可欠である。

## 3. 窒素施肥情報

### 1) 施肥および生育情報

前節で述べたように、米の品質に関わる最重要な栽培管理情報は窒素施肥情報であろう。過剰な窒素施肥は米のタンパク濃度を高め食味を低下させ、また病害抵抗性を弱め薬剤散布の多用につながる。しかしながら、タンパク濃度が一定水準以下のものでは、必ずしもタンパク濃度と食味官能値との間に一定の関係は認められない。このような情報を提示した上で、窒素施用量を一定以下に制限したという情報ではなく、適切な施肥管理を行なった(行なえた)結果健全なイネに育ち、さらにタンパク濃度はおいしいとされる範囲内にあるという情報を消費者に提示すべきではないだろうか。さらに適切な施肥管理は収量を確保し地力を維持することにより農家収入や農業の持続可能性を高め、農村環境の保全にむしろ必要不可欠であることを、積極的に消費者に訴えることも重要であると考え。施肥管理情報としては、特に追肥量とそのタイミングが重要であろう。

適期追肥のためには水稻の発育ステージを正確に診断する必要がある。幼穂長による発育診断は簡易であるが、地点のばらつきを拾いやすい。精度の高い気温データが手に入るのであれば、水稻の発育予測モデルを用いると面的な発育診断が可能となる。発育予測モデルは試験場等でも手に入るが、主要な品種であればこれら研究機関の Web サイトで予測計算のサービスも行なっている。発育予測モデルによる面的な発育診断を基に、幼穂長により、圃場間のばらつきを把握するのが現実的である。

追肥量は生育量を正しく診断して必要量を施用すべきである。生育診断には葉色が窒素状態をよく反映することから、しばしば他の生育量と組み合わせて用いられる(表 7-1 新潟県水稻栽培

指針)。富山県では発育ステージ別に目標葉色値 (SPAD 値) の範囲が提案されている (高橋 2006)。

表 7-1 コシヒカリの時期別生育状態の目安

出穂前日数	葉色	葉色×茎数値
40	4.0～4.5	2300
30	3.5	1900
20	3.0～3.5	1400

新潟県水稻栽培指針より

## 2) 圃場モニタリングの実際

森光の調査圃場において 2005 年および 2006 年に圃場の生育調査を行なった。最上位展開葉の SPAD 値、葉面積指数および茎数を調査した (図 7-1)。森光の位置情報および気温データをもとに、水稻コシヒカリの発育予測モデル (中川・堀江 1990) を用いて発育ステージの予測を行なった。2005 年においては、幼穂分化期は 7 月 13 日、出穂期は 8 月 14 日と推定された。実際の穂揃期は 8 月 17 日であり、ほぼ 0～1 日の誤差で精度よく推定された (幼穂分化期および出穂期の実測データはなし)。2006 年は出穂期あるいは穂揃期の実測データがないため、推定精度は不明であった。



図 7-1 圃場モニタリング風景

2005 年の 10 番圃場においては、生育期間を通じて SPAD 値、LAI、茎数は低く推移した (表 7-2)。新潟県栽培指針 (表 7-1) と比較しても SPAD 値や茎数×SPAD 値で示される生育量は低く、特に出穂 20 日前の栄養凋落は著しかった。出穂期には SPAD 値はやや回復したものの、その後は低く推移した。その結果玄米タンパク濃度は低かったものの、収量は低かった (表 7-3)。

2006 年は 3 圃場について生育調査を行ない、その結果を表 7-4 に示した。14 番圃場では指針に近い生育経過をたどった。18 番圃場は著しく生育が劣り、窒素および他の肥料分が著しく不足していることがわかった。一方、4 番圃場では葉色値はほぼ指針通りに推移したものの、茎数が多いため LAI も大きくやや生育過剰であった。

表 7-2 2005 年 10 番圃場の生育データ

出穂前日数	葉色	葉色×茎数値	LAI
40	4.1(3.5~4.6)	1840	1.8
30	2.9(2.2~3.2)	1000	2.2
20	2.4(1.8~2.8)	780	2.5

データは圃場内 20 株の平均値

葉色値は時期別群落葉色値と SPAD 値の関係(平成 6、新潟農試)より算出

表 7-3 2005 年 10 番圃場の収量および品質データ

穂数 m <sup>2</sup>	籾数 ×10 <sup>3</sup> m <sup>2</sup>	登熟歩合 %	玄米千粒重 <sup>a</sup> g	精玄米収量 <sup>a</sup> g m <sup>2</sup>	玄米タンパク濃度 <sup>a</sup> %
318	24.4	90.4	20.4	450.0	5.6

A:水分含量 14%として算出

表 7-4 4、14 および 18 番圃場の生育データ(2006)

	SPAD 値	葉色値	茎数	葉色×茎数値	LAI
4 番圃場					
出穂 38 日前	38.4	4.06	537	2182	2.13
出穂 19 日前	33.2	3.44	531	1827	5.07
14 番圃場					
出穂 38 日前	38.8	4.12	483	1989	1.95
出穂 19 日前	34.2	3.71	424	1575	4.38
18 番圃場					
出穂 38 日前	33.7	3.35	273	915	0.73
出穂 19 日前	30.0	2.54	194	491	1.18

データは圃場内 20 株の平均値

茎数(m<sup>2</sup>)、LAI(m<sup>2</sup> m<sup>2</sup>)

葉色値は時期別群落葉色値と SPAD 値の関係(平成 6、新潟農試)より算出

以上の生育データは、森光集落における圃場ごとのきめ細かな施肥管理の改善が収量および品質を高める余地を示唆している。このように、生育情報のモニタリングとその解釈はよりよい栽培管理に必要な不可欠であるほか、消費者に高品質米をアピールするデータとしても有用であろう。高橋(2006)は、米のタンパク濃度が良食味の基準以内に入り、白未熟粒の発生が抑えられる一つの指標として、出穂期における SPAD 値を 30~34、出穂 20 日後においては 30 程度としている。このような生育データは米の品質データを裏付けるデータとして、消費者に対しては有用な情

報となるのではないだろうか。群落葉色色相値から SPAD 値を推定する試みもなされている(元永 2008)。30~34 という狭い範囲の SPAD 値を正確にとらえること、また出穂後は群落色相値から穂の色影響を排する等課題も多いが、今後その進展に期待される。

#### 引用文献

- Aboubacar, A., Moldenhauer, K., McClung, A., Beighley, D. H. and Hamaker, B. R. 2006. Effect of growth location in the United States on amylase content, amylopectin fine structure, and thermal properties of starches of long grain rice cultivars. *Cereal Chem.* 83: 93-98.
- Asaoka, M., Okuno, K., Sugimoto, Y., Kawakami, J. and Fuwa, H. 1984. Effect of environmental temperature during development of rice plants of some properties of endosperm starch. *Starch.* 36: 189-193.
- 竹生新治郎・渡辺正造・杉本貞三・酒井藤敏・谷口嘉廣 1983. 米の食味と理化学的性質の関連. *澱粉科学* 30:333-341.
- Hizukuri, S. 1969. The effects of environment temperature of plants on the physicochemical properties of their starches. *J. Jpn. Soc. Starch Sci.* 17: 73-79.
- 堀江武・中川博視 1990. イネの発育過程のモデル化と予測に関する研究 第 1 報 モデルの基本構造とパラメータの推定法および出穂予測への適用. *日本作物学会紀事*, 59: 687-695.
- 井上健一 2003. 高温のイネ生産への影響と技術的対策—福井県の場合—. *日本作物学会紀事* 72(別 2):440-445.
- 井上健一・塚口直史・山口泰弘 2007. 水稻良食味品種の収量・品質からみた物質生産の解析. 7. コシヒカリの NSC 含量の挙動に及ぼす窒素の影響. *日本作物学会紀事* 76(別 2): 24-25.
- 石間紀男・平宏和・平春枝・御子柴穆・吉川誠次 1974. 米の食味に及ぼす窒素施肥および精米中タンパク含有率の影響. *食総研報* 29:9-15.
- 近藤始彦・野副卓人 1993. 食味関連物質と官能試験による食味評価の関係. *東北農業研究* 46:53-54.
- 近藤始彦・石丸努・三王裕美子・梅本貴之 2005. イネの高温登熟研究の今後の方向. *農業技術* 60:461-470.
- 松田裕之 2005. 窒素制御と米の粒重増加によるタンパク質制御の理論と実際. *農業技術体系作物編 2 基本技術②* 技 676-716.
- Masumura, T., Mitsukawa, N., Fujii, S. and Tanaka, K. 1988. Accumulation of foreign polypeptides into rice PB-1 type protein bodies. *Rice Genetics Newsletter* 5: 143-148.
- 松江勇次・尾形武文 1997. 玄米の形状と理化学的特性との関係. *日本作物学会九州支部報* 63:12-14.
- Matsue, Y., Sato, H. and Uchimura, Y. 2001. The palatability and physicochemical properties of milled rice for each grain-thickness group. *Plant Prod. Sci.* 4: 71-76.



- 森田敏 2005. 水稻の登熟期の高温によって発生する白未熟粒、充実不足および粒従低下. 農業技術 60:442-446.
- 元永佳孝 2008. FSによる産地情報の収集. 本報告書 第5章.
- 中川博視・田中大克・田野信博・永島秀樹 2006. 炭水化物供給能がイネの各種白未熟粒の発生に及ぼす影響. 北陸作物学会報 41:32-34.
- Nakamura, Y., Sakurai, Y., Inaba, Y., Kimura, K., Iwasawa, N., and Nagamine, T. 2002. The fine structure of amylopectin in endosperm from Asian cultivated rice can be classified into two classes. Starch. 54: 117-131.
- 平宏和・平春枝・松崎昭夫・松島省三 1974. 水稻玄米の化学成分組成におよぼす窒素施肥の影響. 日本作物学会紀事 43:144-150.
- 平宏和・平春枝・松崎昭夫・松島省三 1975. 水稻玄米の化学成分組成におよぼす一次枝梗剪除の影響. 日本作物学会紀事 44:35-43.
- 高橋渉 2006. 気候温暖化条件下におけるコシヒカリの白未熟粒発生軽減技術. 農業および園芸. 81:1012-1018.
- 寺島和男 2003. 全国的な高温化がコメ品質に及ぼす影響とその要因の解析. 日本作物学会紀事 72(別2):446-451.
- 塚口直史 2007. 高温障害に強いイネ. 日本作物学会北陸支部・北陸育種談話会編. 養賢堂 42-47.
- 塚口直史・大橋一博・酒井英光・長谷川利弘 2007. 水稻の炭水化物供給能と乳白粒発生率との関係における品種間差異. 日本作物学会紀事 76(別2):250-251.
- Tsukaguchi, T. and Iida, Y. 2008. Effect of assimilate supply and high temperature during grain filling period on the occurrence of various types of chalky kernels in rice plants (*Oryza sativa*. L). Plant Prod. Sci. 11. in press
- 山口泰弘・塚口直史・井上健一 2006. コシヒカリの稈・葉鞘の非構造的炭水化物(NSC)の動態と穂重増加および品質の関係. 北陸作物学会報 41:35-38.
- 山下鏡一・藤本暁夫 1974. 肥料と米の品質に関する研究 2. 窒素肥料が米の食味、炊飯特性、デンプンの理化学的性質等に及ぼす影響. 東北農試験報 48:65-79.
- 若松謙一・佐々木修・上園一郎・田中明夫・下西恵 2007. 暖地水稻の登熟期間の日射量が背白米の発生に及ぼす影響. 日本作物学会紀事 76(別2):208-209.

## 第8章 農産物の品質情報提供技術としての FT-IR の可能性と課題

### 1. 光センシングによる農産物(コメ)の品質評価の現状

近年、農産物の価格低迷に対抗する手段として、高品質化、ブランド化が各生産地域で推進されており、コメの品質評価の重要性が、これまで以上に高まりつつある。コメの品質評価は、従来、官能試験で行われていたが、近年では客観的で簡便な方法として、食味計が利用されるようになり、最近では食味計で算出されたスコアが様々な形で利用されるようになってきている。食味計は、農業機械メーカーを中心として数社から販売されているが、そのほとんどの計測手法は近赤外分光分析を利用している。また、このような手法を応用して、白米の混米検出に関する研究もある (Rittiron et al., 2005)。

物質を構成する分子の官能基は固有の吸収バンドを有しており、その基準振動バンドは通常、赤外光領域の 2500nm~15000nm にある。この領域は赤外光領域の中でも中赤外光領域と呼ばれる。分光学の分野では、分子の基本振動に基づく波長帯を中赤外とし、この波長帯より短波長側を近赤外、長波長側を遠赤外としており、近赤外光領域は 700nm~2500nm である。この領域では分子の基本振動の 2 倍音、3 倍音の吸収があるが、これらの吸収は基本振動より弱く、複数の分子振動の重複も認められるため、その帰属は明確に求められにくいという性質を有している。そのため、食味計では近赤外光領域のスペクトルに 2 次微分などの波形処理を施し、ケモメトリックスなどの数理統計学的手法を応用して、計測される近赤外スペクトルから官能試験で得られる評価値の推定を行っているが、その数理モデルの信頼性はあくまでもモデル作成に用いられたデータセットに依存する。そのため、対象となる試料が変わると評価精度は低下し、再度モデル作成を行う必要がある。それに対し、中赤外光領域を用いた分光分析では、官能基の基本振動の波長帯でのスペクトル計測を行うため、振動による吸収レベルは強く、個々の結合を識別する精度も高くなる。また、中赤外分光分析を用いた有用な研究事例として、ppm レベルの残留農薬の検出 (石澤ら, 1997; 2000) や植物細胞の糖代謝計測 (Hashimoto et al., 2001)、果汁や水溶液中の糖と酸の同時計測と定量分析 (BellonMaurel et al., 2001; Kameoka et al., 1998(a); 1998(b)) などがあり、農産物や食品の加工プロセスから品質管理に至るまで様々な応用が期待されており、実用化に向けた研究が進みつつある。

コメの品質評価への中赤外分光の応用は近赤外分光のものと比較すると格段に少ない。そのため、コメの中赤外分光にかかわる研究報告も少なく、十分な知見が得られていない状況であるといえる。その理由としては、近赤外分光では特別な光源を必要としない、光学系の設計が容易である、安価に計測システムの構築が行えるなどに起因していると考えられる。最近では、中赤外分光においても FT-IR 分光器が小型化し、持ち運びが可能なポータブル型のもも実用化されており、今後の知見の蓄積によりさらなる展開が期待されている。

本実験では、コメを対象として、農産物の Web 直販に有用な品質情報の提供と、簡便で精度の高い品質評価手法の確立を念頭に、コメの中赤外分光分析手法の可能性を見出すことを目的とする。また、生産現場での利用を想定して、中赤外分光分析装置にはポータブル型の FT-IR を用いる。中赤外分光では近赤外分光では得られない各成分の有用な情報を得ることができるため、単にコメの計測にとどまらず、玄米、白米、糠、コメ由来脂質などの成分にも着目し、詳細な中赤外スペクトル情報の取得を行い、それらから得られる知見を考察する。

## 2. コメの中赤外分光分析手法の検討

### 1) 実験試料および方法

試料として用いたイネは、新潟県長岡市小国町森光で栽培された H17 年産コシヒカリである。刈り取ってきたイネはガラス室内で十分に乾燥させた。籾を取った後、脱穀し、1.8mm のふるいにかけて、玄米とした。取得された玄米は食味分析計 PS-500 (静岡精機社製) で計測を行った。計測項目は水分、脂肪酸度、タンパク質、アミロスの含量百分率である。また、玄米の一部は精米機 (象印社製 BR-CA25) により精米した。

また、以下の定量分析によりそれぞれ成分含量の測定を行った。

#### i) 脂質の定量 (小原哲二郎編, 1993)

脂質量はエーテル抽出法により、ソックスレー脂肪抽出器を用いて定量した。乾燥させた微粉末試料 2g を秤量し、円筒ろ紙に入れ脱脂綿をのせ抽出管に入れた。あらかじめ恒量を測定した受器にエーテル約 80mL を入れ、16 時間還流させ、試料から脂質を抽出した。エーテルを全て回収した後、100°C の乾燥機で受器を乾燥させ、試料中の脂質量を定量した。

#### ii) アミノ酸の定量

80% エタノール抽出液 2.5mL を 40°C で減圧乾燥させた後、1mL の水で再溶解させ、0.25  $\mu$ m のフィルターにより濾過した。分析用試料の調整はウォーターズの蛍光誘導体化法 (AccQ-Tag メソッド) に従った。再溶解液 10  $\mu$ L および内部標準溶液 (5.0mM 2-アミノイソ酪酸) 5  $\mu$ L に 65  $\mu$ L のホウ酸緩衝液を加えた。20  $\mu$ L のウォーターズ AccQ-Flour 試薬 (6-aminoquinolyl-N-hydroxysuccinimidyl carbamate) を加え 1 分間室温で放置した後、55°C で 10 分間加熱することにより過剰な誘導体化試薬を加水分解させた。アミノ酸の分離と定量にはチューナブル紫外/可視検出器を実装した超高速・高分離液体クロマトグラフ Acquity システム (ウォーターズ) を用いた。カラムは AccQ-TaqTM Ultra (ウォーターズ 100mm x 2.1mm i.d.) を使い、60°C に加温し、0.7mL/min の流速で溶出させた。溶離液は (A) AccQ-Tagultra 溶液 A (10%, v/v) と水 (90%, v/v) 混合液、(B) AccQ-Tagultra 溶液 B の 2 液グラディエントとし、0-0.74 分の間は 99.9% A - 0.1% B、5.94 分までは 93.5% A - 6.5% B、7.94 分までは 78.8% A - 21.2% B、8.24 分までは 40.4% A - 59.6% B、8.84 分から 9.7 分までは 99.9% A - 0.1% B とした。システムのコントロールとデータの取り込みは Empower 2 (ウォーターズ) ソフトウェアを用いた。

#### iii) シュクロースの定量 (植物栄養実験法編集委員会編, 1990.)

200  $\mu$ L の 80% エタノール抽出液をバイアルに取り、内部標準としてラムノース (10mg/mL) 50  $\mu$ L を加えて 40°C で減圧乾燥させた。乾燥後トリメチルシリル誘導体化剤 (GL サイエンス TMSI-H) を 50  $\mu$ L 加え室温で 1 晩放置し誘導体化した。誘導体化した試料の分析にはフレームイオンディテクターを検出器とするガスクロマトグラフィー (Hitachi Gas Chromatography 163; OV-17 カラム 2mm I.D. x 2m) を用いた。試料中の糖はキャリアーガスを 30mL/min の流速で流し、カラムを 1 分当たり 120°C から 230°C まで昇温させることにより分離させた。

### 2) 中赤外分光分析器

コメの中赤外分光スペクトルを取得するために、TravelIR (SensIR Technology 社製) を用いた。この装置は、FT-IR (フーリエ変換型赤外分光) の分光光度計であり、分光素子の代わりに、

マイケルソン干渉計が用いられている。検出器には DLATGS が用いられており、 $2\text{cm}^{-1}$  の分解能で、 $4000\text{cm}^{-1}\sim 650\text{cm}^{-1}$  の波数範囲のスペクトルを計測できる。測定法には ATR 法(全反射測定法)を用いており、そのセルの素材として物理的、化学的に安定なダイヤモンドを使用している。そのため、試料の種類や形状を選ばず測定が行える。また、ATR 法ではその測定原理の特性上、試料と ATR セルの密着性が非常に重要となるが、この装置には圧力センサーが搭載されており、試料へ再現性のある加圧を可能にしている。常に一定の圧力を加えることによって、安定したスペクトルの吸収強度の測定が行える。

### 3) 玄米粒、白米粒、糠の中赤外分光スペクトル

中赤外光域における玄米粒スペクトル、白米粒スペクトルおよび糠スペクトルを取得するために、玄米の状態ではスペクトルの計測を行った後、3 段階の精米を施し、各段階の糠と白米を得た。糠の段階別分離では、まず、玄米の重量を測定し、精米機の金属カッター部分にまんべんなく広げた。極短時間カッターを回し、得られた粉の部分の重量を糠面分とした。カッター上に残った玄米の重量を測定し、元の重量から差し引き、削られた重量を測定した。これらの重量測定から玄米に対する糠の重量百分率を算出した。その後、各段階の糠と白米粒のスペクトルの計測を行った。玄米粒と白米粒の計測では、米粒を ATR セルの上に直接置き、接触面をモニターで確認しながら、プランジャーで加圧した。加圧しすぎると米粒は破碎やひび割れを起こすため、接触面が安定した状態で加圧を止め、圧力インジケータの状態を確認した後、スペクトルの計測を行った。この操作を、玄米粒では 103 粒、白米粒では 104 粒に対して行った。また、糠の計測では、糠が粉体であることからプランジャーの加圧により、ATR セルの接触面で十分な密着性が確保できる圧力インジケータレベル 3 まで加圧を行い、その接触面をモニターで確認した後、スペクトルの計測を行った。この操作を、各精米段階の糠に対して無作為に 3 回ずつ行った。FT-IR によるスペクトル計測の条件は、バックグラウンドは通常空気、分解能  $2\text{cm}^{-1}$ 、積算回数 64 回とした。

計測された玄米と白米それぞれ 103 粒、104 粒の中赤外スペクトルから、それぞれの平均スペクトルを算出した。この結果を図 8-1 に示す。玄米粒と白米粒の中赤外スペクトルでは、 $2916\text{cm}^{-1}$ 、 $2848\text{cm}^{-1}$ 、 $1026\text{cm}^{-1}$  付近で高いピークを示す傾向を示したが、白米粒では玄米粒よりこれらの波数帯で吸光度が低かった。これは、これらの波数帯で吸収を行う成分が精米により減少したことを意味する。玄米粒と白米粒との中赤外スペクトルを比較すると、白米粒の吸光度が玄米粒のものより全体的には低い傾向を示したが、 $3289\text{cm}^{-1}$ 、 $1644\text{cm}^{-1}$ 、 $1540\text{cm}^{-1}$  付近では白米粒の方が高い吸収を示した。また、 $1076\text{cm}^{-1}$  では玄米粒では確認できなかったピークが白米粒では認められた。逆に、 $1317\text{cm}^{-1}$ 、 $898\text{cm}^{-1}$ 、 $719\text{cm}^{-1}$  では、玄米粒だけにピークが認められた。玄米粒には確認できなかったピークが白米粒で認められた事は、精米により米粒表面が削られる事で内部の成分が表面に現れ、その成分の吸収によるものであると考えられる。今回、中赤外スペクトルの計測に用いた

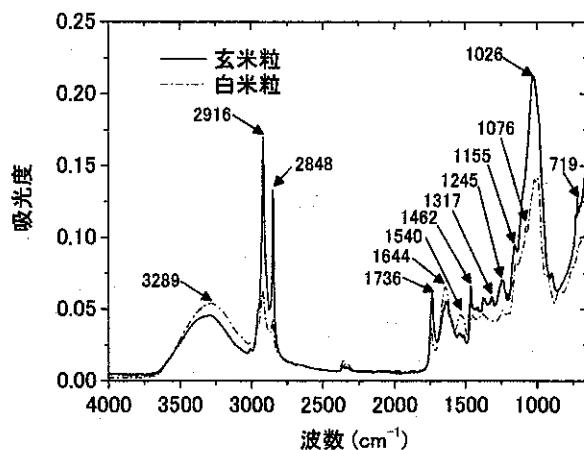
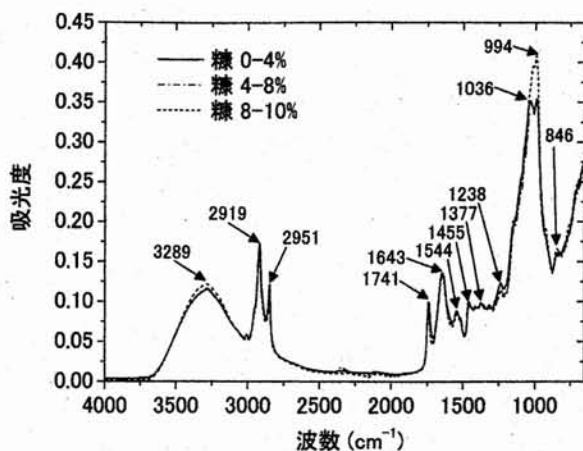


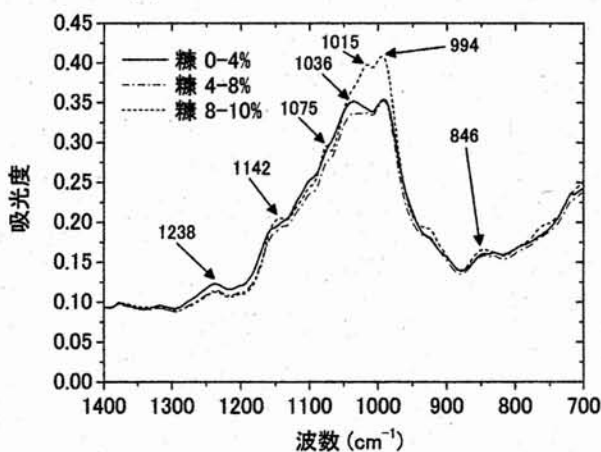
図8-1 玄米粒と白米粒の中赤外平均スペクトル

FT-IR/ATR 法では、測定セルと試料とが接触する面で全正反射の際に生じるエバネッセント波により吸収される光を測定しているため、接触面から数  $\mu\text{m}$  の試料表面の測定となっている。そのため、試料表面の僅かな変化が観測されている。

図8-2に本実験で計測した米糠の中赤外スペクトルを示す。米糠は玄米を精米する際に3段階の操作で取得したものである。図中に示した糠の百分率は、試料に用いた玄米の重量に対する糠の重量で、糠 0-4%は、玄米表面から重量ベースで約4%の糠、糠 4-8%は、さらに精米を行い、原重量の約8%までの糠、糠 8-10%は、さらに精米を行った際の糠を試料として計測されたものである。図8-2(a)は、計測できる  $4000\text{cm}^{-1}$  ~  $650\text{cm}^{-1}$  の全波数域の吸光度スペクトルである。 $4000\text{cm}^{-1}$  ~  $2500\text{cm}^{-1}$  のピークなどは玄米粒および白米粒のものとほぼ一致するなど全波数領域において米粒スペクトルと一致するピークがいくつも認められたが、 $1700\text{cm}^{-1}$  以下の波数領域では玄米粒と白米粒のスペクトルの差異と同様に糠でも特徴的なスペクトルパターンを示した。3段階の糠のスペクトルの差異は、 $3289\text{cm}^{-1}$  で糠 8-10%が、 $2919\text{cm}^{-1}$  と



(a)  $4000\text{cm}^{-1}$  ~  $650\text{cm}^{-1}$



(b)  $1400\text{cm}^{-1}$  ~  $700\text{cm}^{-1}$

図8-2 精米過程における米糠の中赤外スペクトル

$2951\text{cm}^{-1}$  で糠 0-4%が、それぞれ他の試料に比べ高い値を示すなど個々のピークで精米段階による違いは認められたが、 $4000\text{cm}^{-1}$  ~  $1400\text{cm}^{-1}$ の間ではピークのずれなどの吸収帯の相違は認められなかった。しかし、 $1400\text{cm}^{-1}$  ~  $650\text{cm}^{-1}$  の波数領域ではその含有成分による相違が認められた。そのため、この領域を拡大して図8-2(b)に示した。この図には明確に確認できる吸収として7ピークの波数値を示した。一般に、 $1200\text{cm}^{-1}$  ~  $900\text{cm}^{-1}$  付近の波数領域は糖の指紋領域と呼ばれ、C-H 面外変角、C-O 伸縮、C-O-C 対称伸縮、C-O-C 逆対称伸縮などの様々な結合の吸収帯を有しており、そのスペクトルの波形の特徴から含有成分を考察できる。図8-2(b)から精米による特徴的な変化は、 $1142\text{cm}^{-1}$ 、 $1075\text{cm}^{-1}$  および  $1015\text{cm}^{-1}$  で観察できる。これらの波数における吸収ピークは糠 0-4%および糠 4-8%では顕著に見られないものの糠 8-10%では認められる事と白米粒の中赤外スペクトルでも認められた事からデンプンなどの糖質によるものであると考えられる。また、糠 0-4%の  $1036\text{cm}^{-1}$  のピークは精米が進むにつれ、減少した成分によるものであると考えられる。

#### 4) 玄米、白米の粉体の中赤外分光スペクトル

玄米をそのまま粉体にしたものと、精米後の米粒を粉体にしたものの中赤外スペクトルを図8-3に示す。全体的な傾向として、白米粉体より玄米粉体の方が強い吸収を示しているが、これは粉体にした時の粒子の大きさや状態、加圧による粉体粒子と測定セルとの接触の状態による影響が強く現れたものと考えられる。具体的には、測定セルとの接触面において粉体粒子の空隙が玄米粉体より白米粉体のほうが大きく、このような結果になったものと言える。今回の実験では定量性についての言及は行わないが、定量的な解析を行う上では、粉体粒子の大きさと加圧による粉体の圧縮性などを十分に考慮する必要がある。上記のような特性を考慮して、各波数の吸収度の正規化を行った上で、スペクトルの波形を考察したところ、特徴的な吸収ピークがほぼ一致する結果となった。差異が認められたピークとしては、 $2922\text{cm}^{-1}$ 、 $2853\text{cm}^{-1}$  および  $1744\text{cm}^{-1}$  である。これらは、精米により最も変化が激しい脂質分のものと考えられる。また、玄米粒のスペクトルでは認められなかった  $1148\text{cm}^{-1}$ 、 $1077\text{cm}^{-1}$ 、 $996\text{cm}^{-1}$  などのピークが玄米粉体スペクトルで現れたことは、表面付近に分布する成分と米粒の全体成分の構成比が異なっていることを意味するとともに、これらのピークが白米粒スペクトルにも認められることから糖質によるものであると考えられる。

米に含まれる脂質分に関しては、玄米粉体と白米粉体とも乾燥処理後、抽出して、それぞれの中赤外スペクトルの計測を行った。玄米と白米のそれぞれの全脂質量は、 $99.4\text{mg/gDW}$ 、 $4.8\text{mg/gDW}$  であった。図8-4に玄米由来脂質と白米由来脂質の中赤外スペクトルを示す。玄米由来脂質のスペクトルの方が  $1744\text{cm}^{-1}$ 、 $1236\text{cm}^{-1}$ 、 $1159\text{cm}^{-1}$  などで白米由来脂質の吸収を少し上回る傾向を示したものの、2つのスペクトルはほぼ一致する結果となった。玄米と白米では全脂質量は大きく異なるが、2つのスペクトルの吸収レベルが同一になった要因は抽出過程で濃縮処理を行っているためである。この結果から玄米由来脂質と白米由来脂質は同一の組成であると言える。また、これらのスペクトルから特徴的な吸収ピークについて考察すると、これまでの玄米と白米の中赤外スペクトルの比較で示された相違のうち、 $2922\text{cm}^{-1}$ 、 $2853\text{cm}^{-1}$ 、 $1744\text{cm}^{-1}$  および  $1464\text{cm}^{-1}$  が脂質成分の検出に有効な波数帯である事が示された。 $1159\text{cm}^{-1}$  のピークは高いものの、糖の指紋領域にかかり、糖質やアミノ酸などの他の成分の影響で検出されにくいもの

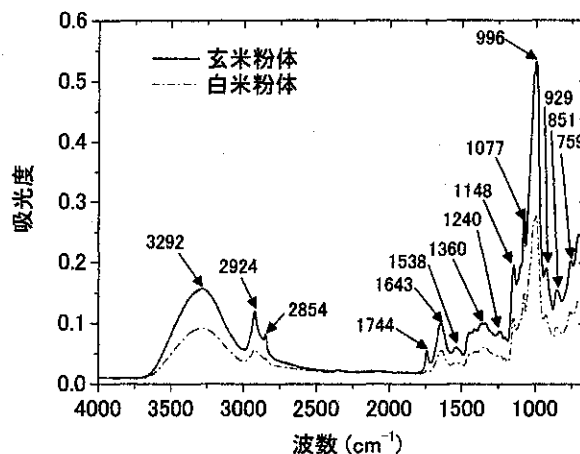


図8-3 玄米粒と白米粒の中赤外平均スペクトル

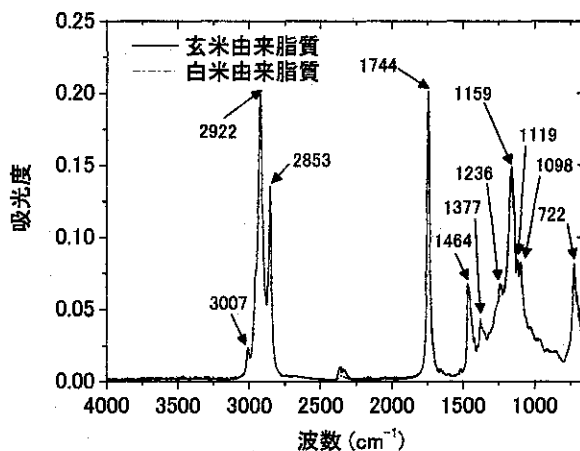


図8-4 玄米由来脂質と白米由来脂質の中赤外スペクトル

と考えられた。ただし、玄米粒のスペクトルでは  $1159\text{cm}^{-1}$  のピークが確認でき、玄米粒の表面では脂質が多く存在している事が示された。

コメでは鮮度の指標として、脂質の酸化度合いがよく用いられるが、現状では指示薬を加えて発色させ、これを光度計で計測する手法がほとんどであり、呈色反応の定量性、分析に要する処理と時間などの問題がある。中赤外光領域では官能基の有する特定の原子配置による選択的な吸収が観測できるため、脂質の酸化などはピークの波数シフトなどのようにスペクトルに反映される。今回取得できたコメ由来脂質の中赤外スペクトルは波数精度も高く、このデータを利用したコメの鮮度評価は実用段階を想定した場合大きな可能性があると考えられた。

### 3. コメの中赤外分光分析と成分情報

#### 1) 試料玄米の食味計データと含有成分の定量分析

試料として取得された玄米の食味分析計による計測結果は、水分が 11.5%、脂肪酸度が 11.0%、タンパク質が 6.3%、アミロースが 21.2%となった。五訂増強日本食品標準成分表(文部科学省, 2005)によると玄米のタンパク質は 6.8%、七分つき米で 6.3%とされており、試料に用いた玄米のタンパク質含量は七分つき米程度であり、良食味米と言えるが、アミロース含量は高く、米飯とした場合に体積増加が多く、硬く、粘りの少ない飯となる可能性がある(大坪研一, 1995)。次に、全脂質量の定量分析結果は、玄米で  $99.4\text{mg/gDW}$ 、白米で  $4.8\text{mg/gDW}$  となった。この試料米では脂質の約 95%が精米により削られたと考えられ、脂質は表面付近に多く存在すると考えられる。通常、精米によって削られる脂質は約 1/3 程度と言われており、この結果はこの試料米の特徴と考えられた。

玄米と白米およびそれぞれの脱脂したもののアミノ酸とシュクロースの定量分析結果を表8-1に示した。上表はアミノ酸を、下表はシュクロースを示している。全体的にアスパラギン酸の含有量が最も高く、アスパラギン、グルタミン酸などが続く。改訂日本食品アミノ酸組成表(科学技術庁,

表8-1 コメ含有遊離アミノ酸とシュクロースの定量分析結果

遊離アミノ酸の種類	遊離アミノ酸濃度 ( $\mu\text{mol/g (DW)}$ )			
	玄米	脱脂玄米	白米	脱脂白米
His	0.074	0.021	-	-
Asn	1.205	1.111	0.218	0.167
Ser	0.398	0.348	0.100	0.085
Gln	0.393	0.338	0.154	0.114
Arg	0.187	0.155	0.016	0.017
Gly	0.190	0.176	0.078	0.071
Asp	2.012	1.859	0.423	0.373
Cyt	0.026	0.072	0.010	0.124
Glu	1.115	1.006	0.248	0.146
Thr	0.089	0.075	0.027	0.028
Ala	0.522	0.451	0.198	0.177
GABA	0.154	0.132	0.039	0.030
Pro	0.167	0.151	0.051	0.045
Cys	0.009	-	-	-
Lys	0.046	0.026	0.007	0.008
Tyr	0.058	0.054	0.011	0.013
Met	0.033	0.027	0.023	0.023
Val	0.137	0.120	0.044	0.047
Ile	0.064	0.051	0.022	0.026
Leu	0.082	0.065	0.031	0.040
Phe	0.045	0.039	0.018	0.019
Trp	0.093	0.073	0.023	0.017
	玄米	脱脂玄米	白米	脱脂白米
シュクロース濃度 ( $\mu\text{g/g (DW)}$ )	7.345	5.913	1.334	1.138

1986)によると白米ではグルタミン酸が他のアミノ酸と比較して約2倍近いと報告されているが、試料米のアミノ酸組成は特徴的である。また、遊離アミノ酸総量が少ないことも挙げられる。アミノ酸組成とその総量は食味に大きな影響を与える因子であり、日本型の良食味品種では遊離アミノ酸総量が少なく、アスパラギン、グルタミン酸などの割合が高いという報告もある(松崎ら, 1992)。シュクロースの結果では白米より玄米が約5.5倍の濃度を有する結果となった。米から水で抽出される糖には、単糖、二糖のみならず三糖以上のオリゴ糖も含まれるとされているが、その分布は外層付近に偏在しているのではないかと考えられる。

## 2) 試料処理による中赤外スペクトルの解析

玄米を対象として、凍結乾燥処理と脂質抽出処理の水分除去と脂質除去の効果をそれぞれの処理前後の中赤外スペクトルから考察した。凍結乾燥処理では、玄米粉体から玄米乾燥粉体を得たが、この2つの試料の差スペクトルを図8-5に示した。この図には参考のために、玄米粉体のスペクトルも併記した。この図から分かるように、水の中赤外領域の吸収として、O-H伸縮が $3200\text{cm}^{-1}$ 付近に、O-H変角が $1640\text{cm}^{-1}$ 付近に認められ、比較的良好に水の特徴を有したスペクトルが算出されている。他方、 $3500\text{cm}^{-1}$ 付近には肩が見られ、 $1000\text{cm}^{-1}$ 付近ではマイナスに振れる振動が見られる。これらの現象は乾燥処理によるものか原スペクトルの化学シフトの影響を受けたものかは明らかではないが、脂質で示された $2924\text{cm}^{-1}$ 、 $2854\text{cm}^{-1}$ などのピークは除去されていることから、有効に処理されたものと考えられるとともに、水スペクトルを用いた加法的なスペクトル処理も可能である事が示唆された。

次に、脱脂処理の前後の差スペクトルの結果を図8-6に示す。この図では差スペクトルとの比較のために、玄米由来脂質のスペクトルも示した。また、差スペクトルは玄米由来脂質スペクトルの $2922\text{cm}^{-1}$ での吸光度と一致するようにスケール処理を施した。この図から分かるように脂質の特徴的なピーク波数帯である $2922\text{cm}^{-1}$ と $2853\text{cm}^{-1}$ で非常に良く一致する傾向を示した。また、 $1744\text{cm}^{-1}$ と $1464\text{cm}^{-1}$ でもピーク波数は一致したが、吸収のレベルは若干低くなった。これは、ピーク裾野での影響によるものと考えられる。大きく異なる点は、差スペクトルでは $988\text{cm}^{-1}$ に高いピークを有した点である。これは、図8-1と図8-3に見られる玄米と白米の差異がピーク波数のシフトの逆現象として現われていることや、脱脂処理で何らかの成分が溶出したことによるものであると想定される。

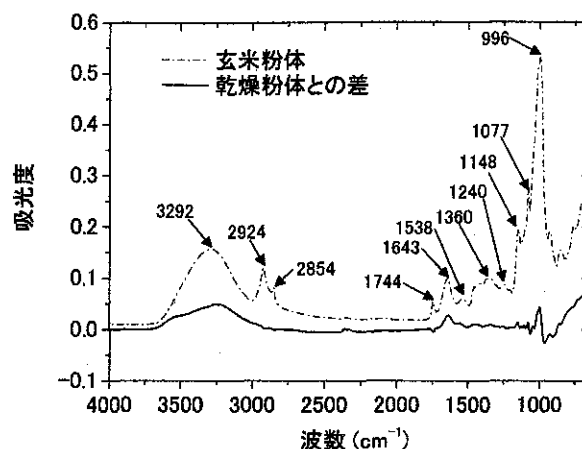


図8-5 玄米の粉体と乾燥粉体との差スペクトル

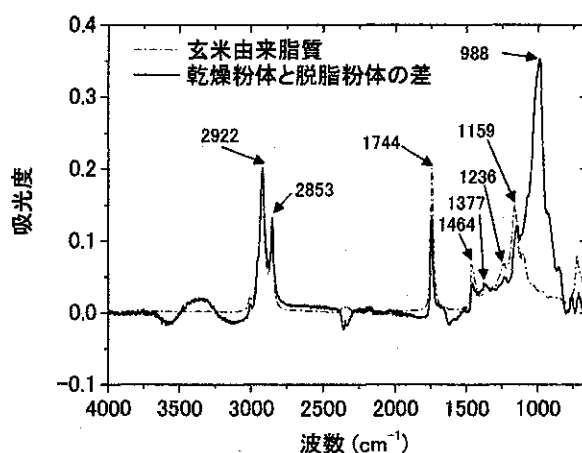


図8-6 玄米の乾燥粉体と脱脂粉体との差スペクトル



上記の凍結乾燥処理と脂質抽出処理のスペクトル解析から、中赤外分光を用いたコメ含有水分の解析と脂質解析の有用性が示された。今回は遊離アミノ酸含量が閾値より低いと見られたため、アミノ酸に関するアプローチは行わなかったが、コメで含量割合が高いデンプンなどの成分をスペクトル解析から同定し、分離できれば、微量成分の解析も可能であると考えられる。また、そのような解析では本研究で得られたコメの精米処理過程の中赤外スペクトルは有用な知見となる。

(参考文献)

- BellonMaurel, V., C. Vallat, and D. Goffinet. 1995. Quantitative analysis of individual sugars during starch hydrolysis by FT-IR/ATR spectroscopy. Part I: Multivariate calibration study-repeatability and reproducibility. *Appl. Spectrosc.*, 49: 556-562.
- Hashimoto A., K. Nakanishi, Y. Motonaga and T. Kameoka. 2001. Sugar metabolic analysis of suspensions of plant cells using an FT-IR/ATR method. *Biotechnol. Prog.*, 17(3): 560-564.
- 石澤広明・鳥羽栄治・岩崎俊夫. 1997. 光応用計測による野菜類の残留農薬多成分迅速計測. 計測自動制御学会論文集, 33(1): 54-56.
- 石澤広明・鳥羽栄治・中村昌子. 2000. 全反射減衰赤外分光法によるハクサイ残留殺虫剤の非破壊計測. *農業機械学会誌*, 62(6): 106-114.
- 科学技術庁. 1986. 改訂日本食品アミノ酸組成表. pp. 211.
- Kameoka, T., T. Okuda, A. Hashimoto, A. Noro, Y. Shiinoki and K. Ito. 1998(a). FT-IR analysis of sugars in aqueous solution using ATR methodol. *Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi*, 45: 192-198.
- Kameoka, T., T. Okuda, A. Hashimoto, A. Noro, Y. Shiinoki and K. Ito. 1998(b). A rapid FT-IP/ATR method for sugar content determination in food. *Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi*, 45: 199-204.
- 文部科学省. 2005. 五訂増補日本食品標準成分表.
- 小原哲二郎編. 1993. 食品・栄養化学実験書. pp. 82-83. 建帛社. 東京.
- 大坪研一. 1995. 米の品質:米の化学成分. pp. 28-29. 竹生新治郎監. 米の科学. 朝倉書房. 東京.
- Rittiron, R., S. Saranwong and S. Kawano. 2005. Detection of variety contamination in milled Japanese rice using single kernel near infrared technique in transmittance mode. *J. Near Infrared Spectrosc.*, 13: 19-25.
- 植物栄養実験法編集委員会編. 1990. 植物栄養実験法. pp. 220-221. 博友社. 東京.
- 松崎昭夫・高野哲夫・坂本晴一・久保山勉. 1992. 食味と穀粒成分および炊飯米のアミノ酸との関係. *日本作物学会紀事*, 61(4): 561-567.

## 第4部

### 農産物の Web 販売実験 の設計と結果

## 第9章 実験用仮想 Web サイトの構築

### 1. Web サイトを用いた実験の目的

第2部でおこなった農産物ネット購入に関する消費者調査のデータをふまえて、仮想ではなく実在する特定の農業者の農産物を使った Web 販売の実験を行う。Web 販売実験では、Web 上に掲載する産地や品質および栽培管理に関する情報を消費者に閲覧してもらい、消費者のニーズと購入意欲、顧客満足を探る。

消費者が閲覧する情報は産地、品質、栽培管理に関する情報がそれぞれ詳しいものとそうでないものを組み合わせ、8通りの農産物紹介サイトを作成し、情報の量または内容によって購入意欲や評価がどのように変わるかを検証する。具体的な内容は次節の通りである。

### 2. 実験用仮想 Web サイト構築における調査項目

#### 1) 消費者が閲覧する情報

消費者が閲覧する情報は、産地、品質、及び栽培管理に関する情報である。これら3つの情報要因がそれぞれデータ等の簡易な情報の掲載にとどめるものと、そのデータが持つ意味まで示した詳細なものとの計8通りの組み合わせについては図9-1に示した通りである。それぞれで掲載した詳細な情報と簡易な情報の内容については、資料9-1に示した。

産地情報に関して、簡易説明では、地名と棚田の写真の基本とした。詳細説明では、簡易説明に加えて長岡市小国がこしひかりの有名産地である魚沼と隣接し、自然あふれる棚田できれいな水を使用しているという説明と簡易地図や棚田の写真により、産地のイメージをより具体的に提示した。

品質情報に関して、簡易説明では、食味計による測定値だけの提示とした。詳細説明では、食味計の測定値に加えて、それぞれの測定項目が食味に対してどのような意味を持つかを提示した。

栽培管理情報に関して、簡易説明では、肥培管理の参考に SPAD 計を使用し、農薬や化学肥料の成分および施用量を提示した。詳細説明では、簡易説明に加えて、SPAD 計で計測する意味や、農薬の成分回数、化学肥料の化学成分使用量を提示し、慣行栽培や特別栽培米の基準と照らし合わせて、必要量まで投入を抑える適切な栽培管理と、それによる環境負荷の低減について提示した。

#### 2) 調査項目

アンケートの設問文は資料9-2に全体の集計値とともに示した。各グループで属性やももとの米の消費に関する意識が偏っていないかを確認するための設問と、A~Hの各サイトを閲覧しての評価をみるための設問に分かれている。

### 3. アンケート調査用 Web サイトの仕組み

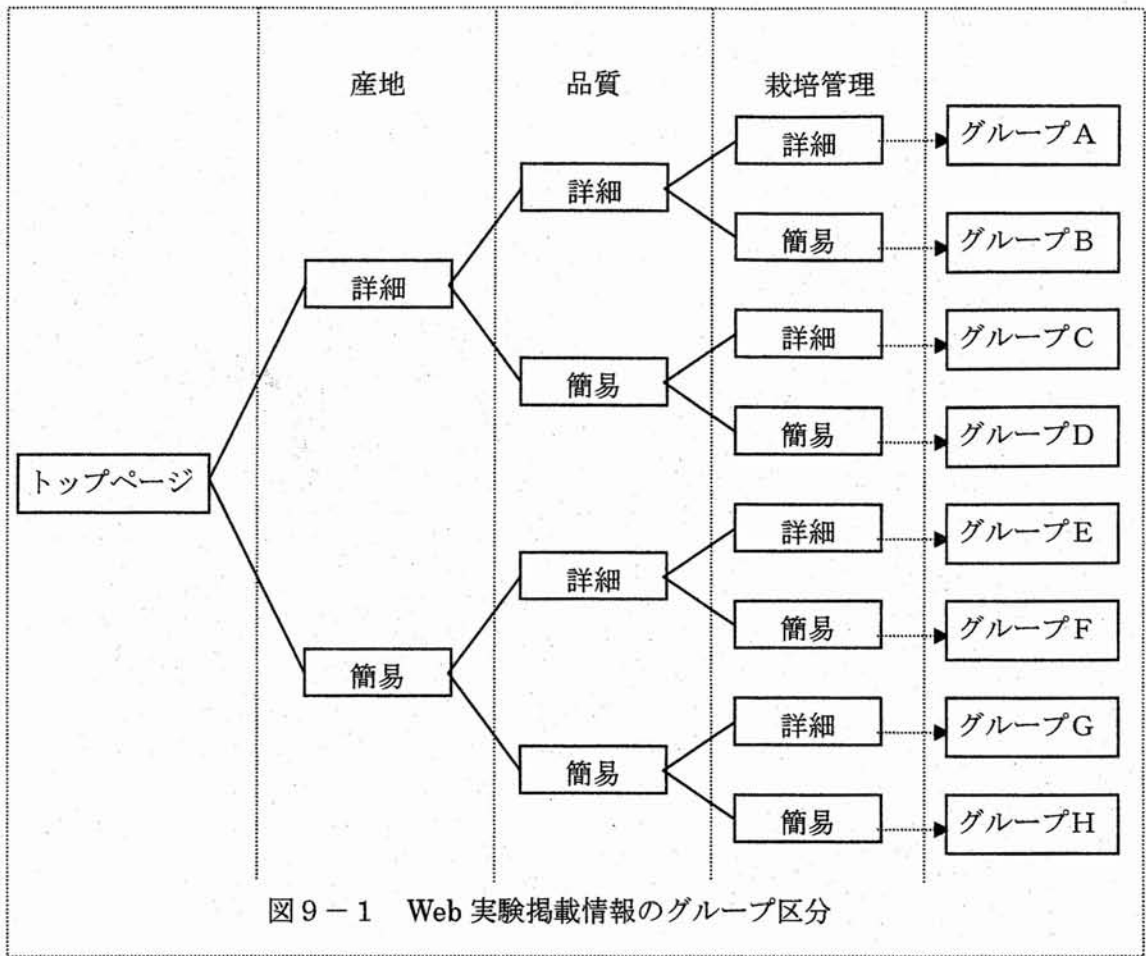
本調査はインターネットを介したオープン型アンケートで行った。第2章で行ったオープン型アンケート調査の結果を元に調査項目を精査するとともに、オープン型インターネット調査で懸念される点を回避するためにいくつかの対策を講じている。

第1に懸賞品の当選確率を上げることを狙った重複応募への対策としては、応募を一世帯一人に限定し、匿名性が出ないように、氏名、郵便番号、住所、連絡用メールアドレスをアンケート末尾で記入してもらった(回答者側で自分の個人情報の記入を敬遠する人のために、氏名のみはハンドルネーム(仮名)でも良いとしたが、実際には仮名は2件のみであった)。また、職場の住所の記入は禁止とした。さらに、E-mail アドレスを複数保有する回答者がいるため、アドレスを限定するためフリーメールを原則不可とし、携帯メールアドレスも不可とした。郵便番号、住所についてはアンケート回答時に記入したものを当選時の配送先とし、基本的に変更を認めなかった。氏名や住所、メールアドレスのいずれかが一致した回答が出た場合は重複回答として除くことにした。さらに、回答を受け付けた後にサーバの側で記録しておいた回答者のコンピュータのホスト情報(IP アドレス)によっても重複応募をチェックした。

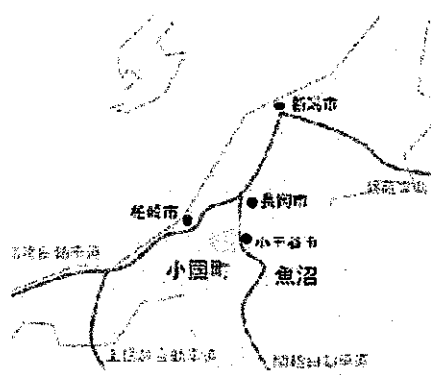
第2に、機械的回答(思慮のないでたらめな回答)を除外するために、アンケート中に文章を変えて同じ内容を聞く設問をつくり、機械的回答には矛盾が生じるようにした。同一のページ内に矛盾をチェックする質問があったのでは、十分な精度が得られないため、設問はいくつかのページに分け、前のページに戻れないようにした。さらに、回答時間を各ページごとに記録することで、事後的に機械的回答であるかどうかを検討する補足材料とした。

この実験的Web調査では前節で述べたように、産地、品質、栽培管理に関する情報の多少でわけたA~Hの8グループによる回答の差異を検証することにある。そのため、回答者がアンケートフォームにアクセスする段階でそれぞれ8通りのお米の紹介ページに振り分ける必要がある。CGI に使われている Rand 関数(ランダム関数)では十分な精度が得られないことが知られているため、Hypertext Preprocessor(PHP)を用いてアクセスがあるたびにお米の紹介ページへのリンク先が自動で変更されるよう設計した。これにより、回答者は8通りのサイトに振り分けられていることは知らずに、アクセスする順番でAから順番に振り分けられ8人目のアクセスでH、9人目のアクセス者はAへ、となる。

これらの仕組みを盛り込んで調査するために、モニター型のアンケート調査会社に依頼したのでは非常に時間とコストを要する。そのため、本調査ではオープン型として行い、レンタルサーバーを利用して、そこに CGI を利用したアンケートフォームを組み込んだ調査用のウェブサイトを構築した。



産地情報 詳細



棚田の上には集落がないため、生活廃水など一切混じりません  
おいしく安全なお米は、きれいな水がなければなりません！  
さらに新潟県小国は市町村合併で長岡市にありますが、有名な魚沼と隣接している地域で、  
食味を左右する気候条件もほぼ同一な良質米産地です！

棚田など自然の情景あふれる地域で育った  
小国のコシヒカリは、魚沼産にもひけをとらないと思っています！！


産地情報 簡易



棚田など自然の情景あふれる地域で育った  
小国のコシヒカリは、魚沼産にもひけをとらないと思っています！！

## 品質情報 詳細


食味にこだわり、米の食味を下げるタンパク質の含有量が6.3%と、新潟県の目標指針(6.5パーセント)を下回る、ふっくらしたおいしいお米です。アミロースも19.3%と程よい粘りのあるお米です。さらに、そのお米の劣化を防ぐためにおおむね20度以下で玄米保管しています。お米の注文があるたび鮮度を考えて出荷日の朝に精米し、お届けしています。

 <b>食味計</b>	<p>食味計はメーカーにより点数の出し方が違いますのでアミロースとタンパク値が比較的安定した目安になります</p> <p>※ 静岡精機製の食味計を使った新潟大学農学部調べ</p>
<b>食味値</b>	<p><b>計測結果: 88点</b>          近赤外線分析機で、「アミロース」「タンパク質」「水分」の3つの成分を測定し、食味方程式により食味値を出します。100点満点とし、数値が高いほど美味しいお米になります。最近の良食味品種の増加や美味しい米作りの努力により、日本産では、70点が標準となっています。</p>
<b>アミロース</b>	<p><b>計測結果: 19.3%</b>          お米の主成分であるデンプンは、2割のアミロース(硬さの成分)と8割のアミロペクチン(粘りと軟らかさの成分)でできています。もち米は、100%アミロペクチンでできています。日本では、「粘りのある」お米が美味しいとされ、同一品種ではアミロースの割合が低いほど美味しいお米とされています。20%以下が粘りがあって美味しいとされ、20%以上だと硬くてまずいお米になります。1%の違いで味は大きく左右されます。</p>
<b>タンパク質</b>	<p><b>計測結果: 6.3%</b>          タンパク質が少ないお米は、デンプンの吸水・糊化がすすむため、炊き上がりがふっくらとした美味しいご飯になります。日本の白米のタンパク質含有量の平均値は、6.8%です。タンパク質は、施肥による窒素を多く吸収すると増加します。このお米は6.3%と低く、ふっくらしたお米です。1%の違いで味は大きく左右されます。</p>

※測定値は玄米を使用したもの

品質情報 簡易

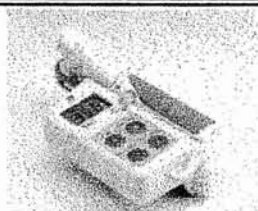
食味にこだわり、米の食味を下げるタンパク質の含有量が6.3%と、新潟県の目標指針(6.5パーセント)を下回る、ふっくらしたおいしいお米です。アミロースも19.3%と程よい粘りのあるお米です。さらに、そのお米の劣化を防ぐためにおおむね20度以下で玄米保管しています。お米の注文があるたび鮮度を考えて出荷日の朝に精米し、お届けしています。

 食味計	食味計はメーカーにより点数の出し方が違いますのでアミロースとタンパク値が比較的安定した目安になります  ※ 静岡精機製の食味計を使った新潟大学農学部調べ
食味値	計測結果:88点
アミロース	計測結果:19.3%
タンパク質	計測結果:6.3%

※測定値は玄米を使用したもの

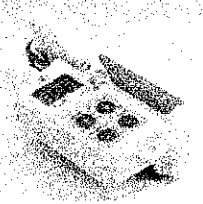


肥料・農薬の投入にあたっては、新潟大学の協力を得て最適な施用量を決めています。肥料の窒素成分はタンパク質の基となる重要な成分ですが、与えすぎると米のタンパク値が高くなり食味が悪くなるだけでなく、イネが病気に弱くなるため、イネが必要とする量だけを与えました。基肥は有機系肥料「おぐに元機1号」を必要最低限(窒素成分 2.0/10a)にとどめて施用しました。イネが吸収した窒素の量が多くなるにしたがって、葉の葉緑素が増え緑色が濃くなるため、SPAD 計による葉色の測定値を基に追肥の必要量を算出し、必要な箇所に必要な量だけ施用しました。イネが吸収しきれない窒素は土壌に残留し、河川や地下水に流出するため、環境への悪影響も懸念されますが、当農場の圃場の残存窒素量は極端に小さい数値しか観測されませんが、できるだけ施用量を減らして、身体にも環境にも「安全・安心・おいしい」栽培を行っています。

 葉緑素計(SPAD 計)	穂肥は、経験による判断だけでなく、葉の色を計測して施肥しています。必要以上に穂肥を与えると、食味が落ちてしまうため、葉の葉緑素を計る葉緑素計(SPAD 計)というものをを用いて、生育状況を判断しています。
	カラースケールというものでも簡単に計れるのですが、人間の目で色を見比べるため誤差が少しあるのです。きめ細かい管理をするためには SPAD 計が大活躍です。

農業に関して				
内容	成分回数	成分	慣行栽培基準 (新潟県)	特別栽培米の基準 (農水省ガイドライン)
慣行栽培の30% 以下に抑えています	5	フィプロニル プロベナゾール プレチラクロール ジノテフラン グルホシネート	18	9
肥料に関して				
内容	化学成分使用量 (窒素成分kg/10a)	使用肥料名 (窒素成分量)	慣行栽培基準 (新潟県)	特別栽培米の基準 (農水省ガイドライン)
生育状況に応じて最 低限の施用量で栽培 しています	2.0~6.5kg	基肥:おぐに元機1号 (窒素:2.0kg/10a) 穂肥:穂肥 V5 (窒素: 0~ 4.5kg/10a)	6kg	3kg
農業投入データ				
目的	薬剤名		施用量	
① 苗箱防除	Dr オリゼ プリンス箱粒剤		1 箱=50g	
② 水田除草(初期)	エリジャン乳剤		10a =500CC	
③ 水田除草(中期)	ミスターホームラン L ジャンボ		10a=10 袋	
④ 本田防除	スタークル粒状		10a =3kg	
⑤ 畦畔除草	パスタ液剤		100 倍希釈(1 回)	
肥料投入データ				
目的	肥料名		施用量	
① 基肥(側条施肥)	おぐに元機1号(有機質 13%, 窒素8%・リン酸 24%・カリ 15%)		25kg/10a	
② 穂肥 (SPAD 計による生育診断により必要に応じて)	穂肥 V5(窒素 15%・リン酸 5%・カリ 15%)		0~30kg/10a	

栽培管理情報 簡易

 <p>葉緑素計(SPAD計)</p>	<p>穂肥は、経験による判断だけでなく、葉の色を計測して施肥しています。</p>
--	--

農薬投入データ		
目的	薬剤名	施用量
① 苗箱防除	Drオリゼ プリンス箱粒剤	1箱=50g
② 水田除草(初期)	エリジャン乳剤	10a=500CC
③ 水田除草(中期)	ミスターホームランLジャンボ	10a=10袋
④ 本田防除	スタークル粒状	10a=3kg
⑤ 畦畔除草	バスタ液剤	100倍希釈(1回)
肥料投入データ		
目的	肥料名	施用量
① 基肥(側条施肥)	おぐに元機1号(有機質13%、窒素8%・リン酸24%・カリ15%)	25kg/10a
② 穂肥 (SPAD計による生育診断により必要に応じて)	穂肥V5(窒素15%・リン酸5%・カリ15%)	0~30kg/10a

資料9-2(1/8)

インターネットを介したお米の購入に関するアンケート

Q1 あなたがインターネットを利用し始めたのはいつ頃からですか？

1993年	25 : 4.3%	2000年	101 : 17.3%
1994年	6 : 1.0%	2001年	32 : 5.5%
1995年	27 : 4.6%	2002年	43 : 7.4%
1996年	18 : 3.1%	2003年	48 : 8.2%
1997年	48 : 8.2%	2004年	48 : 8.2%
1998年	50 : 8.6%	2005年	38 : 6.5%
1999年	48 : 8.2%	2006年	52 : 8.9%

Q2 あなたは、パソコンを使ってどの程度の頻度でインターネットを利用していますか？

仕事等を除き、個人的利用で

1. ほぼ毎日.....526 : 90.1%
2. 週に1回程度.....55 : 9.4%
3. 月に1回程度.....3 : 0.5%
4. それ以下.....0 : 0.0%

Q3 あなたは過去一年間において、インターネット(パソコンからの)をどのような目的用途で利用しましたか？あてはまる項目の横「利用したもの」をチェックしてください。

特に、最も利用した項目には「うち、主に利用したもの1つの欄にチェックを入れてください。

〈利用したもの(複数回答)〉 〈主に利用したもの1つ〉

1. 勤務先・友人等との連絡・情報交換メールなど	438 : 75.0%	134 : 22.9%
2. ニュース・天気予報の情報入手	491 : 84.1%	83 : 14.2%
3. 商品・サービス・企業・店舗等の情報入手	481 : 82.4%	89 : 15.2%
4. 政府・自治体の情報入手	272 : 46.6%	1 : 0.2%
5. 物品・サービスの購入・取引	425 : 72.8%	58 : 9.9%
6. 音楽のデジタルコンテンツの入手・聴取	197 : 33.7%	4 : 0.7%
7. 動画・画像のデジタルコンテンツの入手・視聴	246 : 42.1%	12 : 2.1%
8. 政府・自治体への電子申請・納税申告・届出	67 : 11.5%	0 : 0.0%
9. インターネットでの通信教育受講	30 : 5.1%	2 : 0.3%
10. 就職・転職関連	142 : 24.3%	5 : 0.9%
11. クイズ・懸賞への応募やアンケートの回答	551 : 94.3%	157 : 26.9%
12. オンラインゲームネットゲームへの参加	123 : 21.1%	13 : 2.2%
13. インターネットバンキングによる銀行利用	194 : 33.2%	10 : 1.7%

資料9-2(2/8)

14. その他.....92 : 15.8%      16 : 2.7%

Q4 先ほどのウェブページでご覧いただき、ご紹介したお米を食べてみたいと思われましたか？

1. 非常に食べたいと思った.....190 : 32.5%
2. 食べたいと思った.....257 : 44.0%
3. どちらかという食べたいと思った.....92 : 15.8%
4. どちらともいえない.....39 : 6.7%
5. どちらかという食べたいと思わない.....3 : 0.5%
6. 食べたいと思わない.....2 : 0.3%
7. まったく食べたいと思わない.....1 : 0.2%

Q5 先ほどのウェブページで紹介したお米をご覧いただき、買いたいと思われましたか？

1. 非常に買いたいと思った.....43 : 7.4%
2. 買いたいと思った.....170 : 29.1%
3. どちらかという買いたいと思った.....205 : 35.1%
4. どちらともいえない.....144 : 24.7%
5. どちらかという買いたいと思わない.....18 : 3.1%
6. 買いたいと思わない.....2 : 0.3%
7. まったく買いたいと思わない.....2 : 0.3%

Q6 先ほど参照していただいたお米に関して①から④までの文章に当てはまる価格をそれぞれお選びください。

※白米 5kg の価格としてお答えください

①いくらで、あまりにも安いので品質に不安を感じはじめますか。白米 5kg での価格として

1000 円以下   1200 円   1400 円   1600 円   1800 円   2000 円   2200 円   2400 円  
2600 円   2800 円   3000 円   3200 円   3400 円   3600 円   3800 円   4000 円  
4200 円   4400 円   4600 円   4800 円   5000 円   5200 円   5400 円  
5600 円以上

平均価格:¥1,512

②いくらで、品質には不安はないが、安いと感じはじめますか。白米 5kg として

1000 円以下   1200 円   1400 円   1600 円   1800 円   2000 円   2200 円   2400 円  
2600 円   2800 円   3000 円   3200 円   3400 円   3600 円   3800 円   4000 円  
4200 円   4400 円   4600 円   4800 円   5000 円   5200 円   5400 円  
5600 円以上

平均価格:¥1,786

資料9-2(3/8)

③いくらで、その品質なら買う価値はあるが、高いと感じ始めますか。白米 5kg として

1000 円以下 1200 円 1400 円 1600 円 1800 円 2000 円 2200 円 2400 円  
2600 円 2800 円 3000 円 3200 円 3400 円 3600 円 3800 円 4000 円  
4200 円 4400 円 4600 円 4800 円 5000 円 5200 円 5400 円  
5600 円以上

平均価格:¥2,693

④いくらで、あまりにも高いので品質が良いにもかかわらず、買う価値がないと感じますか。白米 5kg として

1000 円以下 1200 円 1400 円 1600 円 1800 円 2000 円 2200 円 2400 円  
2600 円 2800 円 3000 円 3200 円 3400 円 3600 円 3800 円 4000 円  
4200 円 4400 円 4600 円 4800 円 5000 円 5200 円 5400 円  
5600 円以上

平均価格¥3,424

Q7 先ほど参照していただいたお米の紹介に関してあてはまるものをお選びください

【産地に関する情報について】

I 情報量はいかがでしたか

1. 非常に多すぎる.....9 : 1.5%
2. 多すぎる.....44 : 7.5%
3. やや多めである.....147 : 25.2%
4. ちょうど良い.....330 : 56.5%
5. やや少な目である.....42 : 7.2%
6. 少なすぎる.....12 : 2.1%
7. 非常に少なすぎる.....0 : 0.0%

II 情報の内容としてはわかりやすかったですか

1. 非常によくわかった.....48 : 8.2%
2. よくわかった.....282 : 48.3%
3. ややわかった.....165 : 28.3%
4. どちらともいえない.....45 : 7.7%
5. ややわかりにくかった.....37 : 6.3%
6. わかりにくい.....4 : 0.7%
7. 非常にわかりにくい.....3 : 0.5%

資料9-2(4/8)

【米の品質に関する情報について】

I 情報量はいかがでしたか

1. 非常に多すぎる.....16 : 2.7%
2. 多すぎる.....65 : 11.1%
3. やや多めである.....150 : 25.7%
4. ちょうど良い.....314 : 53.8%
5. やや少な目である.....33 : 5.7%
6. 少なすぎる.....5 : 0.9%
7. 非常に少なすぎる.....1 : 0.2%

II 情報の内容としてはわかりやすかったですか

1. 非常によくわかった.....48 : 8.2%
2. よくわかった.....241 : 41.3%
3. ややわかった.....161 : 27.6%
4. どちらともいえない.....57 : 9.8%
5. ややわかりにくかった.....56 : 9.6%
6. わかりにくい.....13 : 2.2%
7. 非常にわかりにくい.....8 : 1.4%

【栽培に関する情報について】

I 情報量はいかがでしたか

1. 非常に多すぎる.....13 : 2.2%
2. 多すぎる.....60 : 10.3%
3. やや多めである.....147 : 25.2%
4. ちょうど良い.....325 : 55.7%
5. やや少な目である.....34 : 5.8%
6. 少なすぎる.....5 : 0.9%
7. 非常に少なすぎる.....0 : 0.0%

II 情報の内容としてはわかりやすかったですか

1. 非常によくわかった.....45 : 7.7%
2. よくわかった.....216 : 37.0%
3. ややわかった.....157 : 26.9%
4. どちらともいえない.....83 : 14.2%
5. ややわかりにくかった.....53 : 9.1%
6. わかりにくい.....23 : 3.9%
7. 非常にわかりにくい.....7 : 1.2%

資料9-2(5/8)

Q7-1【ご紹介ページ全体について】情報量はいかがでしたか。

1. 非常に多すぎる.....9 : 1.5%
2. 多すぎる.....57 : 9.8%
3. やや多めである.....181 : 31.0%
4. ちょうど良い.....291 : 49.8%
5. やや少な目である.....38 : 6.5%
6. 少なすぎる.....7 : 1.2%
7. 非常に少なすぎる.....1 : 0.2%

Q8 普段のお米の購入方法についてお尋ねします。

該当するものすべてを右の選択肢からお選びください

1. スーパーマーケット.....475 : 81.3%
2. 生産者から直接購入.....113 : 19.3%
3. 生協店舗、共同購入を含む.....109 : 18.7%
4. 米穀専門店.....110 : 18.8%
5. 農協店舗、共同購入を含む.....39 : 6.7%
6. ディスカウントストア.....90 : 15.4%
7. 産地直売所.....42 : 7.2%
8. デパート.....24 : 4.1%
9. コンビニエンスストア.....4 : 0.7%
10. 例示した場所以外での購入.....13 : 2.2%
11. 親、兄弟などから無償で入手.....101 : 17.3%
12. その他.....14 : 2.4%

「Q8でお聞きした購入先のうち、最もよく利用する購入先を右のメニューよりお選びください。

1. スーパーマーケット.....372 : 63.7%
2. 生産者から直接購入.....61 : 10.4%
3. 生協店舗、共同購入を含む.....42 : 7.2%
4. 米穀専門店.....41 : 7.0%
5. 農協店舗、共同購入を含む.....12 : 2.1%
6. ディスカウントストア.....13 : 2.2%
7. 産地直売所.....4 : 0.7%
8. デパート.....2 : 0.3%
9. コンビニエンスストア.....0 : 0.0%
10. 例示した場所以外での購入.....6 : 1.0%

資料9-2(6/8)

- 11. 親、兄弟などから無償で入手.....27 : 4.6%
- 12. その他.....4 : 0.7%

Q9 普段お米を購入する際、重要視することは何ですか？

右の項目のうち、あてはまるものすべて選択してください。

- 1. 品種.....388 : 66.4%
- 2. 食味.....359 : 61.5%
- 3. 価格.....478 : 81.8%
- 4. 安全性.....259 : 44.3%
- 5. 栽培方法.....53 : 9.1%
- 6. 販売店.....23 : 3.9%
- 7. 精米年月日.....209 : 35.8%
- 8. その他.....9 : 1.5%

「Q9」でお聞きした重要視する項目のうちもっとも重視する項目を右のメニューよりお選びください。

- 1. 品種.....140 : 24.0%
- 2. 食味.....172 : 29.5%
- 3. 価格.....161 : 27.6%
- 4. 安全性.....75 : 12.8%
- 5. 栽培方法.....3 : 0.5%
- 6. 販売店.....2 : 0.3%
- 7. 精米年月日.....26 : 4.5%
- 8. その他.....5 : 0.9%

Q10 あなたのご家庭では、付加価値のついたお米を食べていますか？

有機栽培米、特別栽培米、無洗米、発芽玄米など

- 1. たまに食べる.....246 : 42.1%
- 2. いつも食べている.....101 : 17.3%
- 3. 以前食べていた.....107 : 18.3%
- 4. 食べたことがない.....115 : 19.7%
- 5. わからない.....15 : 2.6%

Q11 最初にお米の紹介をご覧いただきましたが、実際の販売価格は、白米5kgで2940円です。

あなたはこの価格についてどう思われますか？

右の項目からお選びください※送料は除いた価格です



資料9-2(7/8)

1. 非常に高いと思った.....68 : 11.6%
2. 高いと思った.....173 : 29.6%
3. やや高いと思った.....207 : 35.4%
4. どちらともいえない.....95 : 16.3%
5. やや安いと思った.....29 : 5.0%
6. 安いと思わった.....9 : 1.5%
7. 非常に安 いと思った.....3 : 0.5%

Q12 今回ご紹介させていただいたお米を、実際の販売価格2940円で買いたいと思われ  
ますか？

1. 通常の送料 800 円程度を負担してでも買いたい...7 : 1.2%
2. 送料が半 額負担 400 円程度なら買いたい.....60 : 10.3%
3. 送料が無料販売主負担なら買いたい.....312 : 53.4%
4. 送料に関係なく買いたいと思わない.....205 : 35.1%

Q13 日常的に 消費する食材の主な購入者は、あなたですか？

1. はい.....445 : 76.2%
2. いいえ.....139 : 23.8%

Q14 あなたがパソコンを使ってインターネットにアクセスする頻度はどの程度ですか。  
空欄に適当な数字をご記入下さい。

日に1回程度      半角数字で記入

※1日に複数回ご利用する方も、1日1回としてご記入下さい

- 1 日に 1 回.....521 : 89.2%
- 2 日に 1 回.....27 : 4.6%
- 3 日に 1 回.....19 : 3.3%
- 4 日に 1 回.....0 : 0.0%
- 5 日に 1 回.....9 : 1.5%
- 6 日以上に 1 回.....8 : 1.4%

Q15 あなたは、普段購入するお米が国産か外国産かについて、どのようなこだわりを持ってい  
ますか？あてはまるものを一つお選び下さい。

1. 国産米しか買いたくない.....490 : 83.9%
2. 食味や安全性が国産米より優れていて、価格が国産米より十分に 安ければ外国産米を買っ  
ても良い.....61 : 10.4%

資料9-2(8/8)

3. 食味や安全性が国産米と同等で、価格が国産米より十分に安ければ外国産米を買っても良い……………30 : 5.1%
4. 食味や安全性が国産米に劣っていても、価格が国産米より十分に安ければ外国産米を買っても良い……………3 : 0.5%
5. 外国産米しか買いたくない……………0 : 0.0%

最後にあなたご自身のことをお伺いします。

住所や氏名、電話番号、E-mail アドレスは景品の当選発表や送付に使用しますので間違いの無いようご記入ください。

お名前

フリガナ カタカナで記入してください

性別

1. 男性……………226 : 38.7%
2. 女性……………358 : 61.3%

年齢

1. 20代……………99 : 17.0%
2. 30代……………212 : 36.3%
3. 40代……………153 : 26.2%
4. 50代……………91 : 15.6%
5. 60歳以上……………29 : 5.0%

結婚

1. 既婚……………435 : 74.5%
2. 未婚……………149 : 25.5%

未成年の扶養者

1. いる……………261 : 44.7%
2. いない……………323 : 55.3%

メールアドレス

ご住所 郵便番号 例: 9502181

お電話番号 ※半角数字

## 第10章 HP 閲覧と消費者の購買態度

### 1. アンケート調査の回収状況と結果概要

#### 1) アンケート調査の回収状況及び有効回答

本アンケート調査は、2007年12月15日から同月21日までで行った。公募情報を登録した複数(10カ所)の懸賞サイトを通じてインターネットユーザーに調査用のウェブサイトへアクセスしてもらって回答を得た。懸賞品については、実験用Webサイトのお米の情報元である生産組合のお米を当選品とし、事前に回答者が情報探索しないよう生産組合の名前は匿名で行った。第2編でおこなったオープン型調査から回答を極力集めるためには大量当選が誘因の1つとなることを経験として得られており、当選品のお米は「【生産者直送】H19年産新潟県小国産コシヒカリ2kg100名」と非当選者を抽選対象とした「【生産者直送】新潟県小国産コシヒカリ5kgご注文時の送料無料券(1回限り)300名様」を用意した。

回収数は全部で749件あった。そのうち、調査対象外である未成年は8件、多重応募による重複回答のべ23件を無効回答としてまず除外した。その後、機械的回答としてアンケートの同じ内容の設問であるにもかかわらず回答が矛盾しているものが50件、設問内で複数回答として項目を選択しながら、その主なものを別途1つだけ選ぶ設問があり、主なものとして選んだ選択肢が複数回答では選択されていないという矛盾のある回答が88件あった。よって、これらを無効回答とした結果、有効回答は584件(有効回答率78%)となった。

#### 2) 回答者の属性と米の消費に関する意識

回答者は、女性が61.7%と多く(図10-1)、年齢構成では30代を最頻値として、40代、20代となっており20~40代で全体の約8割を占める(図10-2)。一般にインターネットの利用者は20代を中心として活発に利用されているものの、本調査で利用したような懸賞サイトの利用は、主に主婦層が多いことが第2章で行った調査からもわかっており、今回の調査でもやはり同じ傾向にあった。結婚については回答者のうち74.5%とほとんどが既婚であり、未成年者の扶養者も約半数がいると回答している。

インターネットの利用状況については、9割がほぼ毎日利用しており、その利用用途の多くは電子メールやインターネットによる情報の入手である。主な利用用途として懸賞サイトによる応募やアンケートへの回答をしている回答者は全体の26.9%おり、懸賞サイトでの応募を日常的に行っている層がみられた。

日常的な米の購入に関しては、63.7%がスーパーマーケットでの購入を主としており、10.4%が生産者からの直接購入を主にしていた。なお、親兄弟などからの無償での入手、いわゆる縁故米は4.6%であった。購入の際に重視している項目としては、29.5%が食味を最も重視しており、次いで価格が27.6%、品種が24.0%であった。食味や安全性のもととなる情報である栽培方法に関しては、わずか0.5%に過ぎず、スーパーマーケットでの購入が過半数を占める中では、銘柄と価格によって購入を決めているケースが多いようである。

## 2. HP に提示した情報と消費者の購買態度との関係

本節ではHP 提示情報の違いが消費者の購買態度にどのように影響するかについて、アンケート調査結果の分析を行って明らかにしたい。今回のアンケート調査では、産地、品質、栽培管理の関する3項目について、2水準の情報量をもった8種類のHP(ホームページ)を使って、ひとりがどれかのページのひとつにランダムに当たるようにして回答してもらった。このアンケート調査は、緒言で示した「実験1」に相当するものである。

購買態度については、提示された情報に基づいてその米を「食べてみたいか」、「買いたいか」という2種類の消費者の反応から探ることとした。これらの2つの変数は7段階のグレードで強さを測定している。

分析の方法としては、重回帰分析を行った。独立変数(説明変数)は、産地、品質、栽培管理の各情報のダミー変数とし、情報量の少ない場合を0、多い場合を1とした。従属変数(被説明変数)は、食べてみたい(Y1)と買いたい(Y2)である。以下では、従属変数別に、それぞれをモデル1、モデル2と呼ぶことにする。なお、重回帰分析において、説明変数間に多重共線性が存在すると偏回帰係数の正負や大きさがおかしくなるので、本当に相互に変数間に関連がないのかどうかについて事前に相関係数を計算して、相互に相関がないことを確かめておいた(3つの変数から2つを選ぶ組み合わせは3通りあるが、その3通りの相関係数は絶対値でいずれも0.1未満で、有意確率はいずれも0.2以上であった)。

重回帰分析の結果は表 10-1 の通りである。モデル1については、分散分析の結果は、F値が3.630で、有意確率が0.013であった。モデル2については、分散分析の結果は、F値が3.403で、有意確率が0.017であった。いずれのモデルも、自由度調整済みの決定係数は0.1未満であったが、少なくとも一つの変数は統計的に有意になっていて、モデルは統計学的にみて消費者の反応を説明しないものとはいえないことが分かる。この重回帰分析の結果、2つのモデルに共通して言えるのは、栽培管理の提示情報量の違いが1%未満の有意水準で消費者の反応(購買態度)の強さの差になって現れていることである。それに対して、産地ならびに品質の提示情報の違いには有意な差は見られなかった。

この結果の解釈においては、消費者がそれぞれの提示情報を十分であると認識しているかどうかの意味をもつ。3種類の情報については、それぞれ、その多少や精粗(例えば文字数など)に差があるが、その差が回答者からみて大きなものか小さなものかは異なっているはずで、回答者から見て余り情報量に差が感じられていないと、購買態度の反応の強さには差がでないはずであるからである。したがって、モデル1およびモデル2において、産地、品質、栽培管理の情報のどれが購買態度にはっきりと影響しているかは、単純に各情報の多寡の有意確率の水準だけからは判断できない。それを確かめるために、回答者別に自分がみたページの情報量(主観的に認知される情報量)を多く感じているかどうかについての回答結果(6段階のグレード)と3つの提示情報との関係について、重回帰分析を行ってみた。この結果を表 10-2 に示した。この結果からは品質の情報の精粗には有意差がないことがわかる。すくなくとも、提示した品質の情報の違いは回答者からは違いが認識されていなかったといえよう。

したがって、上記の回帰分析の結果を解釈としては、次のように言えよう。産地の情報の精粗には概ね差を感じているにもかかわらず、その情報量の違いは購買態度には影響をもたないことがわかる。提示した品質の情報の違いは回答者からは違いが認識されていなかったため、品質の情報の違いが購買態度に影響を与えたかどうかは判断ができない。栽培管理の情報の精粗には明確な差が感じられていて、その情報量の違いは、Y1およびY2の変数でみた購買態度の強さには明確な差があったことが判明した。ただし、モデルの決定係数は小さい(エフェクトサイズが小さい)ので、栽培管理の情報の差が単独で購買態度の強さに大きな影響をもたらすとは言い難い。

この結果は、強くはないとしても、農産物(ここでは米)の Web 販売において栽培管理の情報の違い(多寡や精粗)が消費者の購買態度に影響をもつことを意味する。ただし、注意すべきは、単純に情報量の違いといえない点である。我々の実験用HPでは、栽培情報が詳しい方は、栽培の仕方が、環境保全や食味向上につながっていることを示しており、このことは、消費者にとって意味のある情報となった場合にはじめて購買態度に影響を与えることを意味している。従来研究成果では、インターネット直販の生産者側への調査において、ウェブ上の栽培情報の有無は、売り上げに有意に影響する要因ではなかった(斎藤・平泉(2003)および斎藤・平泉(2004))。たんに販売用のウェブサイトには栽培管理の情報を載せるかどうか、その情報量が多いか少ないかではなく、それがどのように買い手である消費者に受け取られるか(換言すれば、認知的なレベルでの情報の価値をどう評価するか)が重要であることが示唆される。

モデル1もモデル2も決定係数が小さいことは、この実験から得られた結果が、購買態度に大きな影響をもつ要因を選定していない可能性も疑われる。とはいえ、商品情報のみの違いしか取り上げずに、誰がどのように販売しているかについては示していないことや、新潟コシヒカリという特定の産地銘柄に対する事前の固定された評価(フレーミング)がなされていること等によって、購買態度が決まっている可能性が考えられる。1変数でも統計的な有意差が観測されたのであれば、実際にもその情報の違いは確実に存在するとみなしてもよいであろう。

なお、実験としては、HP上の商品に関する情報量の違いに対して消費者がどの程度購買態度に影響をもつかを計測するものであったが、今後はたんなる情報量だけでなく、認知的なレベルでの情報の価値を考慮した実験が望ましいともいえる。

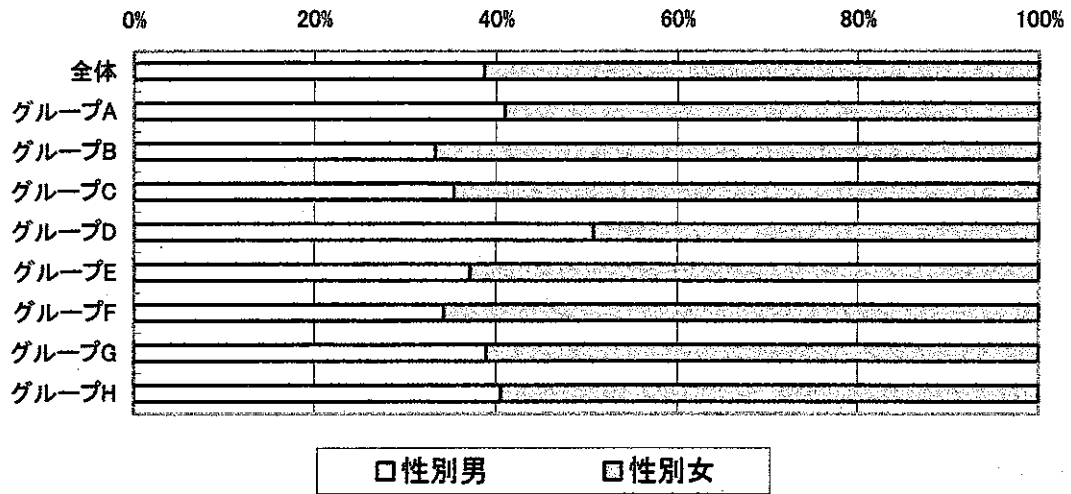


図10-1 男女比

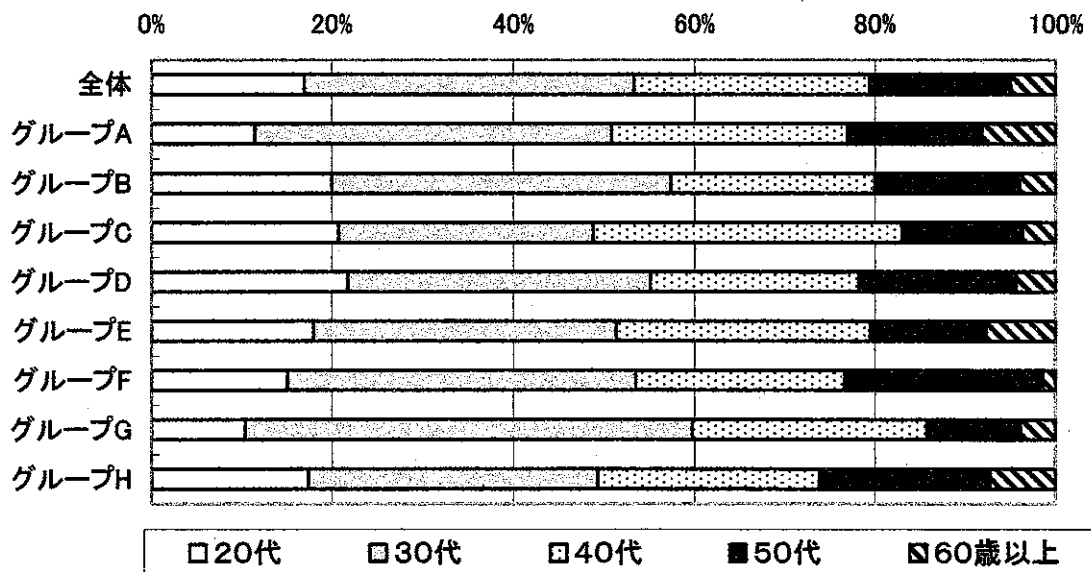


図10-2 年齢構成

表10-1 HP上の提示情報と消費者の反応との回帰分析結果

a) 食べてみたいか(モデル1)

従属 変数	独立変数	非標準化係数		標準化係 数	t	有意確率
		B	標準誤差	ベータ		
食べて みたい か	(定数)	5.838	.080		73.174	.000
	産地情報	-.038	.078	-.020	-.493	.622
	品質情報	.127	.078	.067	1.623	.105
	栽培情報	.225	.078	.119	2.887	.004

b) 買いたいか(モデル2)

従属 変数	独立変数	非標準化係数		標準化係 数	t	有意確率
		B	標準誤差	ベータ		
買った いか	(定数)	5.015	.086		58.524	.000
	産地情報	-.119	.084	-.059	-1.421	.156
	品質情報	.066	.084	.033	.789	.431
	栽培情報	.229	.084	.113	2.738	.006

表10-2 HP上の提示情報と知覚される情報量との回帰分析結果

従属 変数	従属変数	非標準化係数		標準化係 数	t	有意確率
		B	標準誤差	ベータ		
ページ の情報 量	(定数)	4.433	.073		60.560	.000
	産地情報	-.128	.071	-.074	-1.797	.073
	品質情報	-.069	.072	-.040	-.966	.334
	栽培情報	.238	.071	.137	3.336	.001

## 結 び

本研究の成果としては、主に2つの側面から整理ができよう。その一つは、消費者の商品評価に関する Web 実験において、イフェクトとしては強くはないものの、詳しい栽培情報はそれだけでは商品評価に結びつきにくく、消費者にとって意味のある情報となった場合にはじめて購買行動に影響を与える可能性が示されたことである。従来の研究成果では、インターネット直販の生産者側への調査において、ウェブ上の栽培情報の有無は、売り上げに有意に影響する要因ではなかった(斎藤・平泉(2003)および斎藤・平泉(2004))。単に販売用のウェブサイト情報を載せるかどうかでなく、それがどのように買い手である消費者に受け取られるか(換言すれば、認知的なレベルでの情報の価値をどう評価するか)が重要であることが示唆されたことは注目すべき点であろう。もう一つは、総合的な研究の方法論として、本研究は事実上ひとつの提案を行っている点である。特定のサテライトとなる地区を定めて現地実証試験を異分野融合型の研究として実施したことは、今後のフィールド研究において参考となりうる取り組みと言えるのではないか。最近の農学分野の研究も、他の分野と同様に専門化、細分化が進んでいる。もちろん、学問を究めるのは、専門分化が不可欠であって、その方略は、我々の先哲が“Science”の和訳として分科された学問の意味である「科学」という言葉を使った頃から、揺るぎない王道である。しかしながら、専門的分化は、本来は、分化した専門分野の研究が相互に連携して現実の問題を解決するためのステップであるはずである。つまり、学問的な分業は、協業を前提としていなければならない。分業に基づく協業という方略は、少なくとも、実学としての農学には求められる取り組みであろう。農学に総合性をもたせないと、社会的な存在意義が問われてしまうであろう。我々の共同研究の成果はまだ未完了の部分が多いが、農学に総合性をもたせる試みとしては一石を投じるものになったと考えたい。

ただ、残念なこととしては、緒言で述べた第二の実験が3年間の研究期間のなかでは中途半端な段階で終わっていることである。調査や実験の結果の情報は営農組合に時々フィードバックしてきたが、それを受けて新たな取り組みの萌芽がまったくみられないわけではないものの、我々の努力不足で十分にフォローができなかった。科研費としての研究はいったん終わりになるとしても、今後ともその点のフォローが必要であり、その点は残された課題である。