

2. 短期専門家帰国報告

(1) 唐橋 需 専門家

報告者 : 農業研究センター 唐橋 需

派遣先 : 農村振興庁 農業機械化研究所

業務 : 農業機械に係る技術指導

期間 : 1990年9月10日～9月29日(20日間)

内容 : 別紙のとおり

月 日	実 施 内 容
9月10日(月)	韓国到着(成田-金浦12:15-ソウル-水原)、大久保リーダー他の出迎え、日本大使館挨拶、農村振興庁試験局長礼訪、農業機械化研究所長礼訪、栽培機械科長・収穫機械科長・利用調査科長・管理課長へ挨拶、長期専門家(土壤肥料)へ挨拶
11日(火)	耕耘整地機械研究室挨拶・入室、所内挨拶回り、研究室研究紹介、日程協議
12日(水)	耕耘・播種関連開発機種及び試験用機器・施設並びに工作室見学、収穫機械科長研究室において「開発機種の普及方法」について図により日本における状況説明、午後3時より体力増強時間でスポーツ(卓球)交流
13日(木)	Agricultural Information Center 見学、事業協議(日本における耕耘関連機械の開発及び作業法並びに計測・データ処理システムの研究の文献・資料に基づく紹介と韓国側状況)
14日(金)	韓国における農業機械化研究の現況、事業協議(続き)
15日(土)	日程調整、10時より環境美化デーのため外出
16日(日)	休日
17日(月)	事業協議(スライド使用による日本における耕耘関連機械の開発及び計測・データ処理システムの研究紹介と討議)
18日(火)	セミナー準備 セミナー(日本における水田転換畑用機械の開発とその他の研究紹介)
19日(水)	事業協議(日本における大豆不耕起播種技術の開発状況紹介) 体力増強時間(スポーツ交流)
20日(木)	現地視察
23日(日)	(水稲作及び畑作の状況、農村と都市の状況、大同工業株式会社における農業機械の生産状況、嶺南作物試験場における水稲作及び畑作の研究と試験圃場の状況、漁村の状況、慶州見学、高速道路を中心とした人及び物資の高速輸送網の発達と問題点)
24日(月)	セミナー準備 セミナー(最近の農業機械の開発と研究の動向)
25日(火)	国立農業資材検査所
26日(水)	牙山郡農村指導所、農家
27日(木)	事業協議
28日(金)	報告書作成
29日(土)	出国(水原-金浦17:40-成田)

田畑輪換地の耕耘方法と機械化に関する一考察

1. はじめに

韓国においては、近年の劇的な高度経済成長に伴って農業労働力の減少等の変化に対処するため、農作業の機械化が急がれてきたところである。今後はまた、農家経済の向上のため兼業家率の一層の増進が図られようとしている。このためには、農業機械化の必要性が一層増大することになるが、特に低コスト機械化を重視した適正機械化を図ることが重要となろう。

一方、緑色革命成就とされる1977年を境として、韓国は米の自給をほぼ達成、日本ほど急ではないが米消費量の減少傾向と食生活の多様化への対応、都市と農村の所得格差の是正等のために、作付輪作体系の改善と田畑輪換による農耕地の高度利用を図ることの必要性が高まっている。したがって、今後は田畑輪換に対処するための多様な農作業機械化の方法を用意することが必要となっている。

農業機械化にとって難しいことは、その適正な方法が気候風土のみならず社会・経済条件によっても変わることである。韓国における農業機械化研究の責務には誠に大きなものがあり、極めて短期間の滞在で貧弱な知識のため著しく無責任な検討ではあるが、日本において機械化研究に従事してきている一研究員の経験を通して、日本及び韓国の農業機械化研究関係者への情報提供の一助になれば幸甚と考え、この報告を行う。

2. 農業機械化状況

1) 水稲作

水稲作の農作業別機械化率は表1のようになっている(李英烈: 田作の機械化現況と発展方向、'89農振庁7: 52~62)。

表1によると、水稲作の機械化で最も重要と考えられる田植と収穫の機械化が急速な進展を始めた段階と見られる。

田植機については、農業機械化研究所で既に歩行型側条施肥田植機の開発は終わっている('88)。日本では現在側条施肥方式を更に進めた二段施肥田植機の開発研究段階が終わり、現地実証から市販化の段階に入っている。二段施肥方法は、施肥の省力化にとどまらず、緩効性肥料の深層施肥を同時に行うことができるため、二段施肥方式の効果を高めることのできる合理的な方法と考えられるが、当面の機械化方策として歩行型で考える場合、重装備化による操作性の劣化対策が必要になろう。また、韓国では8日苗移植方式の普及が推進されているが、更に、日本において最近研究中の乳苗移植方式についても検討されることとなる。

収穫作業の機械化では、既に刈倒型刈取機('81)及び連続投入方式の脱穀機('89)が開発された。表1に見られるように脱穀の機械化が完了されているので、刈取りの機械化が急が

れることになるが、大メーカー（大同工業株式会社）の主力製品が35PSまでのトラクタと2～3条用自脱型コンバインであることに現れているように、収穫作業のコンバイン化が急速に進展している。農村地帯でもコンバインによる収穫風景が多く見られ、慣行法である島立て風景はむしろ少なかった（9月末時点）。日本では、自脱型コンバインは袋詰め方式からばら積み方式へと変わってきた。それは、袋詰め方式では籾の圃場外搬出・積込み・荷下ろしが重労働で非能率的であり、農業労働力の高齢化・婦女子化傾向に伴って耐えられなくなったためと考えられる。ただし、このような収穫後の籾の取扱い方式については、運搬の機械化方式及び、次に述べる乾燥の機械化方法と関連させて検討する必要がある。

表1で最も特徴的なことは、乾燥の機械化が3%以内であることである。これは、表2の月別降水量で明らかなように、水稻の収穫が行われる10月以後の天気が良く、天日乾燥が広く行われてきたためである。しかし、コンバイン収穫の急速な普及とともに、比較的小規模のライスセンターが村内に設けられるなど、乾燥の機械化もまた進展している。見学した4haを経営する稲作農家は、4条用歩行型田植機から2条用自脱型コンバインに至るまで一貫機械化装備を有するのみならず、現在普及推進中の8日苗育苗用器具から、屋内の一室を利用して、ダンプトレーラと揚穀機を利用して籾を張り込み、常温通風乾燥をする施設まで、自分で工夫して作っている。この場合のように、機械化であっても天日乾燥の省資源・省エネルギー性を保持することが望まれる。このため、太陽熱利用の農産物乾燥装置が開発された（86）。日本でも石油エネルギーの節減を図る農業機械化技術の開発が今後必要であり、比較的小型で、循環型乾燥機に劣らない張込み・排出の機械化性能を備えた太陽熱利用穀粒乾燥装置を開発することが求められよう。

なお、前述の農家は、今後必要とする機械化として直播を取り上げた。作物試験場でも種々直播栽培試験が実施されているが、かなりの大規模の経営であるか、あるいは直播が移植に劣らない安定高収量性を確保するまでは、8日苗や乳苗といった育苗の短期間化の方向が進むと思われる。

2) 畑作

① 麦

麦の作付面積は、表3に見られるように、昭和50年頃を境にして、ビール麦だけは増加したが全体としては激減し、大麦・裸麦・ビール麦の3麦合計では昭和40年に比較して現在約1/4以下となっている。麦の作付は水田でも畑でも激減したが、特に畑における減少が大きく、昭和40年に麦の作付面積で水田が約367千ha、畑で約460千haであったものが、昭和50年頃に逆転し、昭和63年には水田約109千ha、畑約86千haとなった。このような麦作の減少は、韓国南部を中心とする水田裏作の減少に伴う土地利用率の減少となって現れてきているが、一方では、畑の利用を中心として、野菜等の、いわゆる所得作物の作付が増加していることによるものと推察される。

麦の作付面積が減少したものの、表4に見られるように麦の10a当たり収量が増加しているため、生産量には回復傾向が認められる。

表5は麦作作業の機械化状況を示している。この中で最も注目される点は播種作業の機械化率が1%で皆無に近い状態にあることであり、次いで乾燥、収穫の機械化率の低いことが目にとまる。

人力による麦の播種作業の方法は、稲刈株の上から不耕起のまま手で散播し、耕耘機とロータリで攪拌・混合することが多いようである。麦の栽培様式については表6にみられるように、散播が60%余りの割合で行われている。また、排水溝が大変重視されており、畦幅が最も広く行われている全羅南道でも120cmの幅である。このような排水溝は、麦の重要な作付地域である慶尚道と全羅道の中でも前者で必要とするが、後者では平坦状態であり。このため、農業機械化研究所では、ベルギーケースを180度方向変換して正転と逆転の両回転方向に使用することのできるトラクタ用ロータリとその上方に搭載したロール型種子繰出し装置並びにロータリ後方に懸架したダブルディスク型導種装置とチェーン式覆土装置をベースにして、正転ロータリ仕様で使用すればロータリシーダであり、逆転方向の回転で溝掘削部分以外はセンタードライブのチェーンケースの両側ともスクリュオーガに取り換えれば麦の排水溝掘削・均平・不耕起播種・覆土機として使用することのできる現地適合性に優れた麦用播種機を開発した('88)。この機械の優れている点は、前回日本専門家帰国報告(執行盛之、1989年度、7~22)によっても高く評価されている。当機は農機具メーカーによって市販化され、普及に移されている(作業幅:ロータリの幅約150cm、作業速度:0.3~0.5m/s、圃場作業能率:約33分/10a、排水溝:深さ17cm、幅28cm)。ロータリシーダの方法は日本で麦播種の一般的な方法であるが、不耕起播種の方法が適するかどうかには疑問がある。前述の方法で考えられる問題点としては、稲わらが全量圃場に残された場合である。細断機付きのコンバインで収穫されれば、排水溝掘削とスクリュオーガによる均平などの作業上は問題なくとも、細断された稲わらの上から播種され、しかも好天が続くのであるから、十分な発芽率の確保上問題が起きると推察される(ただし、例えばダブルディスク部分を逆回転式のディスクオープナとパイプ式の導種装置に置き換えるなどの方法により対処できると考えられる)。韓国では現在は稲わらは圃場から持ち出されるようであるが、今後のコンバイン収穫方式の普及に伴って若干の問題は起きそうに思われる。

また、麦の散播方法としては、麦の散播後にロータリで浅耕して覆土する方法が日本では一部で行われてきた。この散播後の耕耘をレーキ付アップカットロータリで行うと、種子が細碎土と共に表層に集中され、刈株や荒い土塊は中層~下層に埋没されるため、発芽率が高く齋一な出芽が得られることが分っている。このような散播・ロータリ耕耘・覆土作業の方法についても評価することが望まれる。

次に、乾燥は水稲の場合と同様、天日乾燥で行われてきたようである。しかし、麦収穫から田植の行われる5月は、表2に見られるように、一般的に10月よりは降雨が大分多い。従って、水稲と組み合わせて麦の乾燥の機械化が進むものと考えられる。

麦の収穫については、水稲の収穫と歩調を合せて機械化が進むと思われる。しかし、将来は裏作麦の問題だけでなく、水田輪換畑における麦作が問題になり、特に二毛作地帯では大豆作と組み合わせた麦作の省力機械化の方法が問題になろう。この場合に、自脱型コンバインによる水稲及び麦の収穫の機械化と大豆の収穫のための別の機械を考えるのか、自脱型コンバインによる水稲の収穫の機械化と麦及び大豆の機械化のために汎用型コンバインを考えるのか、検討が必要となりそうに思われる。このような作物の種類及びそれぞれの作付面積と機械装備（種類、大きさ、台数）との関係における作業可能面積と生産コスト等の機械化の問題は、日本ではシミュレーション手法によって検討されてきた。この手法による農作業体系の事前評価の方法は現在既に確立の域に達しているが、この方法の適用のためには天候条件、土壌条件及び排水条件と各種作業の可能性や作業適期の推定等の現地に即した種々の技術要因及び技術係数が必要である。このため、当プロジェクトの進行に合わせて、シミュレーション手法の導入を検討することが望ましいと考えられる。

② 大豆

大豆の作付面積及び収量は、表7に見られるように、近年は15万ha余り及び約120～150kg/10aで比較的安定している。この大豆の作付は、主として小面積で散在する畑で行われているが、畦畔大豆もまだかなり作られている。

このため、水田輪換畑での作付や作業の機械化は今後の問題であるが、水田輪換畑における機械化栽培試験では約330～370kg/10aの収量が得られており（嶺南作物試験場、1986）、また、麦用に開発された排水溝掘削・均平・播種・覆土式の不耕起播種機が大豆にも適用されて良好な結果が得られている。今後は二毛作可能地帯で多量の麦稈が存在する条件で播種する場合に若干の不安が持たれるが、麦播種のところで述べたように、その場合には現在日本で開発中の大豆不耕起播種技術が問題解決のための参考になることを期待している。

収穫の機械化のためには当面小型機械体系が考えられるが、排水条件が整わない場合は高密度の排水溝で圃場の表面排水を行うことになるので、歩行型ピーンハーベスタの作業が多少難しくなると予想される。日本では集団利用にする汎用型コンバインで収穫される方向に動いていると見られるが、5～10haの比較的小規模での利用を目的とする大豆専用コンバインも一部普及している。韓国では収穫期の天候条件が良好なため、コンバイン収穫方式が適すると考えられるが、より一層効率的な大豆収穫機構の開発と同時に、機械化に適する品種及び栽培技術面からの改良が必要と思われる。

③ 野菜

野菜は水田輪換畑の主要作物として期待されているようであるが、日本でも多労働性に最大の問題を残している。

野菜の播種やビニールフィルムマルチでは播種床の上層部分の細碎土が要求され、また、移植の場合でも植付け深さ部分の細碎土が高精度な作業のために必要である。特に水田裏作や水田輪換畑では一般に細碎土を得ることがかなり難しく、また、刈株や前作物残渣が地表にほとんどない状態にすることは難しいことであり、野菜作作業の支障となる。レーキ付アップカッターはこれらを解決できる性能を有するものであり、利用法の検討が望まれる。

マルチャーシーダとしては、現在日本ではフィルムをセンシングして播種する方式の機械が最近市販化された。

野菜の移植作業については、現在日本ではプラグ苗の機械移植の方向に大勢が動いているようであり、水稻の稚苗機械移植が普及した時代をしのぶ感がある。機械化移植栽培方式は、韓国における畑作地帯で随所に見られる女性の集団的共同作業の労働を著しく軽減することができるかと期待される。

多労働性の主因である収穫の機械化については、日本では本年('90)からダイコンの収穫機が普及を始めるなど、過酷な労働が次第に機械化される動きにある。今後は、韓国において主要な野菜の一つである白菜など葉菜類の収穫の機械化方法についての研究が望まれる。

このほか、韓国における主要な所得作物であるトウガラシの乾燥機の性能測定が国立農業資材検査所で実施されていた。

トウガラシは通常天日乾燥で乾燥されるが、収穫期が雨の多い8月に当たることから乾燥機の需要が多いということである。この乾燥機は多層の棚上にトウガラシを充填するバッチ式のものである。

このような乾燥機についても、太陽熱利用方式から急速乾燥方式まで、均一高品質乾燥方法の点から研究の余地が多くあると思われる。

3. 田畑輪換地の耕耘方法

麦、大豆及び野菜作の機械化の中で耕耘方法についても触れてきたところであるが、これを田畑輪換地で行おうとする場合に第一に必要なことは圃場の排水であり、次に碎土である。

現在は用排水路の分離が大半未整備のようであり、そのため圃場の排水は用水路と同一レベルの圃場周辺明渠と畦立て栽培方式を行う表面排水で行わざるを得ない。しかし、これでは嶺南作物試験場近くの田畑輪換試験圃場で見られたように、低地では地下水位が比較的高く（観察時約40cm）、降雨後は地下水位の上昇周辺からの流入水のため湿害を起こす危険性が多分にあると思われる。

排水性の改善さえ行えば、図1から知られるとおり、一般的に水田の畑転換がそれほど難しくないとされる。土壌分類からはSandy loam, Silty loam及びLoamが各1/3位ずつということであり、日本の水田で代表的な灰色低地土は低平地でようやく観察される程度の分布と思われた。

このような土壌条件と耕耘作業時期の比較的良好な天候条件からプロジェクト研究の中では犁とロータリの組合せによる試験が実施されている。しかし、その試験圃場は嶺南作物試験場近辺と水原から著しく離れた所にあり、土壌条件から見ても処理差が現れにくい所と見られた。水原の研究団地内か少なくとも近辺に、代表的土壌条件で排水性改善試験の実施可能な圃場を用意し、その上で営農排水用機械の性能と耕耘・整地・播種作業法についての試験を行うことが望まれる。

この場合の耕耘・整地作業法の試験の目的は、各種土壌条件と作物の種類に応じたメニューを提示することにすればよいと考える。従って、開発されたロータリシーダと排水溝掘削・覆土式不耕起播種機、並びに試験遂行中の犁とロータリの組合せ以外に、多様な機種種の性能評価が望まれる。例えば、普通のロータリの表層碎土性の低さを改善するために開発試験された耕耘機用二軸ロータリ('87)の代りに、トラクタ用二軸ロータリ、レーキ付アップカットロータリ及び正逆転両用ロータリの利用が考えられ得る。また、ワンウェイ式駆動ディスクハロー型プラウの開発研究が行われたが('86)、地下水位が高かったり排水性が劣る圃場では、畦盛り耕起を行うツーウェイ式が効果を上げる可能性がある。

なお、韓国では中山間地に広がる棚田が相当の割合を占めるように思われた。このような棚田と土壌条件から、畑から水田に戻した時の漏水過多が危惧されるが、この対策方法については、日本における最近の研究と機械開発の成果が参考になると思われる。

5. 結 語

極めて短期間の調査から、韓国における農業機械化の進展と研究について次のような考察を行った。

- 1) 水稲作の機械化は、トラクタと自脱型コンバインの急速な普及に代表されるように、一貫機械化が達成されつつある。この機械化播作の一層の推進方向として、現在8日苗移植方式が普及されつつあり、今後は現在日本で研究中の乳苗移植方式も検討されよう。コンバインでは、ライスセンタや乾燥機の利用の進展に伴って、ばら積み方式への移行が考えられる。また、乾燥機としては、日本でも省力性の高い太陽熱利用穀粒乾燥装置の開発が望まれる。
- 2) 麦の作付面積は激減してきたが、作業の中では播種の機械化が急務である。このため、地域性に合わせたロータリシーダ及び排水溝掘削・覆土式の不耕起播種機が開発され、普及に移されている。今後はコンバインの普及とともに細断稲わらの上から播種することも必要になると考えられ、この場合の性能確保の方法について検討することが必要になる。

- 3) 大豆、現在は主として小面積で散在する畑で栽培されており、機械化は今後の問題である。また、その機械化に当たっては、機械化に適する品種及び栽培技術の面からの検討も重要と思われる。
- 4) 水田輪換畑の主要作物として期待される野菜は、多労働性が大きな問題である。耕耘・整地方法としては、播種、ビニールフィルムマルチ及び移植の作業精度と密接に関係する上層部分の細碎土を得る方法についての検討が望まれる。マルチ・播種同時作業及び移植作業の機械化については、最近の日本の動向が参考になるとと思われる。多労働性の主因である収穫作業についても、ダイコン収穫機が普及を始めるなど一部では機械化が始まっており、今後は葉菜類の収穫作業の機械化についての研究が必要である。
- 5) 水田輪換畑における耕耘・整地作業法の研究は、各種土壌条件と作物の種類に応じたメニューを提示することを目的として、多様な機種のパフォーマンス評価を行うことが望まれる。
- 6) 水田輪換畑における耕耘・整地作業法の研究のためには、水原の研究団地内が少なくとも近辺に、代表的土壌条件で排水性改善試験の実施可能な圃場を用意し、その上で営農排水用機械のパフォーマンス評価と合わせて行うことが望まれる。
- 7) 水田と輪換畑の適当な作業体系の事前評価手段として日本で確立の域に達したシミュレーション手法を、当プロジェクトの進行に合わせて導入することが望まれる。

最後に、本業務の円滑な推進のために暖かい御配慮を頂いた国際協力事業団関係各位、農村振興庁並びに農業機械化研究所に対して心より謝意を表します。

表1 水稲作の地帯別農作業別機械化率

(単位：%)

区分	耕耘整地	移植	防除	収穫	脱穀	乾燥
平均	92.8	22.6	68.2	17.4	97.4	2.1
都市近郊	100.0	12.8	66.8	19.0	99.3	1.1
平野地	98.9	32.0	68.1	29.1	94.7	2.5
中山間地	88.9	19.9	70.6	12.8	97.9	2.8
山間地	89.1	20.6	64.6	11.3	98.9	1.2

資料：流通経済統計担当官室

表2 平年の月別降水量 (1951-1980)

(単位：mm)

区分	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	計
水原	24.8	33.7	44.9	119.1	81.1	123.4	343.2	297.5	136.5	55.3	47.7	20.6	1,327.8
大邱	18.7	30.3	48.1	81.4	75.9	118.6	227.4	178.5	120.4	47.0	38.6	20.4	1,005.3
光州	34.9	47.8	64.5	118.7	105.0	163.6	250.3	225.5	163.2	56.4	51.3	35.1	1,316.3
江陵	53.7	81.2	79.0	81.1	72.1	116.3	226.2	228.0	199.2	112.6	83.5	49.9	1,382.8
平均	33.0	48.3	59.1	100.1	83.5	130.5	261.8	232.4	154.8	67.8	55.3	31.5	1,258.0

(農村振興庁農業機械化研究所栽培機械科 耕耘整地機械研究室 尹室長提供、13. Sept., 1990)

表3 麦の作付面積

(単位：千ha)

年 度	大 麦	裸 麦	ビール麦	合 計
1965	441	386	—	827
1970	342	388	—	730
1975	322	386	3	711
1980	111	186	34	331
1985	64	101	73	238
1988	51	99	45	195

資料：農林水産部「糧政資料」、1989.4

注) 表3～7は朴雨豊研究官の提供による。

表4 麦の10a当たり収量の推移(精穀)

(単位：kg)

年 度	大 麦	裸 麦	ビール麦	全 体
1965	176	177	—	176
1970	195	238	—	218
1975	217	258	231	235
1980	241	246	258	248
1985	254	222	253	243
1988	268	283	320	290

資料：農林水産部

表5 麦栽培の作業別機械化実態

(単位：%)

作 業 名	使 用 機 械	栽培機械化率
堆 肥 散 布	人 力	0
耕 耘 整 地	耕耘機+ロータリ	70.0
	トラクタ+ロータリ	10.6
播 種	耕耘機+播種機	1
除 草 剤 散 布	耕耘機+動 噴	32
防 除	耕耘機+動 噴	6
刈 取 穫	刈取機、バインダ	17.7
	コンバイン	15.3
脱 穀	耕耘機+脱穀機	98.2
運 搬	耕耘機+トレーラ	88
乾 燥	乾燥機	7.8

資料：農経研調査結果(1989.4)と韓国農業機械学会の調査資料(1988.6～7)

表6 麦の播種様式

(単位：%、cm)

地域	散播			条播		
	比率	畦幅	排水溝幅	比率	畦幅	排水溝幅
慶南	50	90~95	20~35	50	30	(密植)
慶北	20	35~40	15~20	80	21~30	(密植)
全南	100	120	25~30	0	-	-
全北	100	85~95	25~30	0	-	-
忠北	50	40~50	20	50	30~70	20~30
全体	64	-	-	36	-	-

資料：韓国農業機械学会「田作・園芸・畜産分野の機械化方向に関する研究」、1988. 12

表7 大豆の作付面積及び生産量

	1970	1977	1980	1983	1985	1987
面積 (千ha)	295	251	188	182	156	154
単収 (kg/10a)	79	127	115	124	150	132
生産量 (千t)	232	319	216	226	234	203

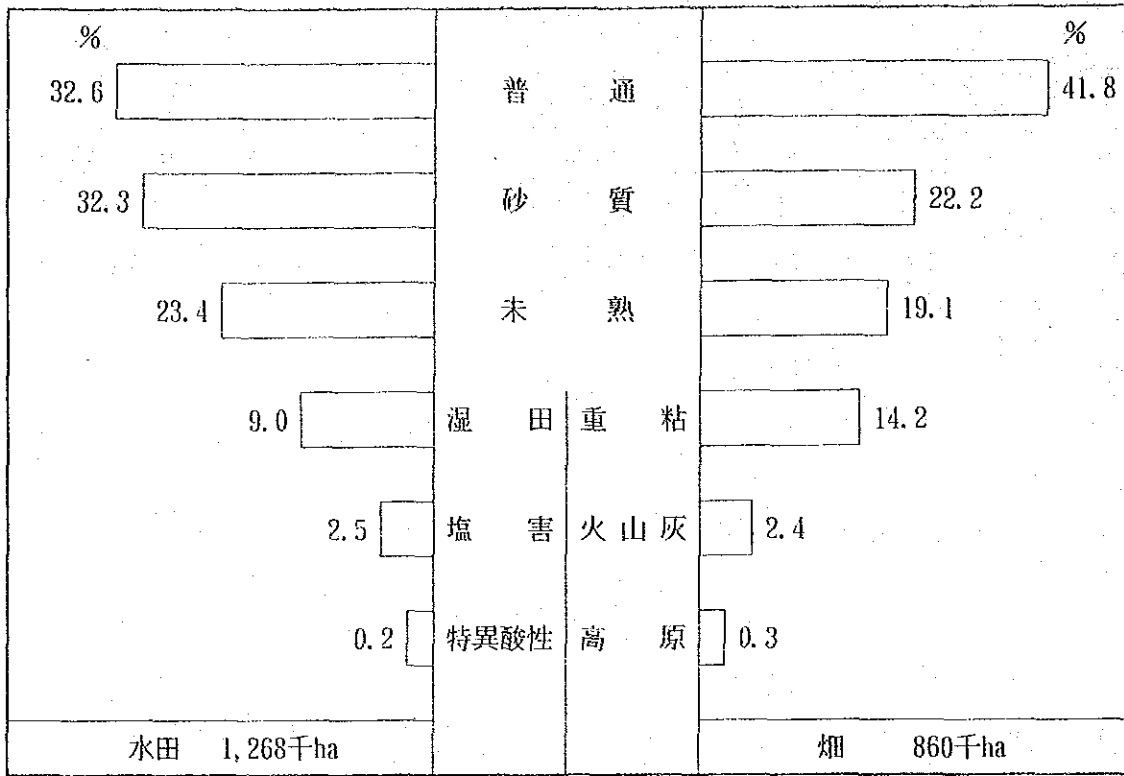
資料：農林水産部「豆栽培技術便覧」、1988

表8 大豆栽培の人力と機械化の作業別実態

人力作業名	機械化		
	作業名	使用機械	機械化率
堆肥散布	耕耘	トラクタ + 犁	24
石灰散布	耕耘	耕耘機 + 犁	59
基肥散布	整地	トラクタ + ロータリ	24
播種	整地	耕耘機 + ロータリ	59
追肥散布	病虫害防除	耕耘機 + 動力噴霧機	42
除草	脱穀	トラクタ + ロータベータ	11
刈取	脱穀	脱麦機、脱穀機	44
選別・包装	運搬	耕耘機 + トレーラ	74

資料：主要作物省力化シンポジウム、1989. 作試

注) 尹室長の提供による。



資料 : 韓国の農村振興事業、農村振興庁

図1 農耕地土壌の類型別分布

(2) 松葉 捷也 専門家

報告者 : 中国農業試験場 松葉 捷也
 派遣先 : 大韓民国 農村振興庁 作物試験場 水稲栽培科
 業務 : 水稲栽培に関する技術研究協力
 内容 : 別紙のとおり

月 日	実 施 内 容
9月11日(火)	韓国到着(JL-951, 成田→金浦→水原)、農村振興庁試験局長にあいさつ、作物試験場に着任
12日(水)	朴来敬場長に着任のあいさつ、作物試験場に研究課題の説明を受ける。(朴場長による歓迎夕食会)
13日(木)	水稲栽培科の本年度の試験設計説明及び圃場案内
14日(金)	良食味米栽培に関する文献(計71報)のリスト紹介及び文献の要約化の計画立案、作業服購入
15日(土)	本松専門家と情報交換
16日(日)	
17日(月)	嶺南、湖南両作物試験場への出張準備。セミナーの資料「稲の茎葉生育の新しい見方」及び「日本の水稲栽培研究の新局面」の作成準備
18日(火)	同上資料の作成。中国農業試験場へ無事着任の手紙を書く、(試験局長による歓迎夕食会)
19日(水)	庁長と会見。良食味米栽培技術の文献研究、(プロジェクト団による夕食会)
20日(木)	嶺南作物試験場訪問、午後圃場案内を受ける
21日(金)	午前中セミナー(テーマは前出)午後周辺の水田(野菜ハウスとの輪作地帯)を見学
22日(土)	昨日のセミナーについて質問を受け、討議
23日(日)	嶺南作試を車で出発し正午過ぎ湖南作物試験場に着く。午後圃場案内を受ける。
24日(月)	界火出張所訪問、干拓地の水田稲作の調査見学
25日(火)	雲峰出張所訪問、耐冷性検定圃場の見学及び高冷地稲作の調査
26日(水)	午前中セミナー(テーマは前出) 午後列車で作試に帰任
27日(木)	10月のスケジュール調整、圃場調査の計画立案、嶺南・湖南両農試に礼状及び文献の送付

月 日	実 施 内 容
9月28日(金)	収集資料の整理と解析 良食味米栽培技術について意見交換、討議 圃場調査区を乳苗・中苗の作期移動試験区に計4区設定
29日(土)	韓国農業生産主要指標の整理
30日(日)	
10月1日(月)	休日(国軍の日)
2日(火)	”
3日(水)	” (秋 夕)
4日(木)	”
5日(金)	韓国の水田高度利用に関する文献研究 圃場調査区の稲株のサンプリング
6日(土)	韓国の水田高度利用に関する文献研究及び農業地域の文献調査
7日(日)	
8日(月)	韓国の農業立地、地帯区分等についての文献研究 乳苗・中苗の作期移動試験区の圃場視察
9日(火)	休日(ハングルの日)
10日(水)	珍富出張場(標高565m地帯での耐冷性検定試験地)訪問
11日(木)	雪岳山を経て春川出張所訪問、耐冷性検定圃見学
12日(金)	江原道農村振興院(春川市)訪問
13日(土)	韓国作物学会秋期大会(於ソウル大学農科大)見学
14日(日)	
15日(月)	農業地帯別作目配置及び経営指標に関する文献研究、 作試でのセミナー準備
16日(火)	前日の文献研究の続き サンプリング株調整(株の個体別分解) セミナー“稲の茎葉生育の新しい見方”
17日(水)	良食味米栽培技術に関する文献研究 ソウル農科大でのセミナー準備 サンプリング株調整(株の個体別分解) 作試ファイトロン見学

月 日	実 施 内 容
10月18日 (木)	ソウル農科大学でのセミナーの打合せ 午後“水稻の茎葉生育の規則性”と題して大学院生(約15名)対象のセミナー
19日 (金)	サンプリング株の調整(生育解析測定準備) 小川専門家のセミナー(日本における米の食味研究紹介)傍聴
20日 (土)	韓国における良食味米栽培技術の研究方向討議
21日 (日)	
22日 (月)	良食味米栽培技術の文献的研究、及び研究方向検討
23日 (火)	サンプル株の器官長測定
24日 (水)	
25日 (木)	
26日 (金)	
27日 (土)	器官長測定データ整理
28日 (日)	
29日 (月)	器官長測定データ コンピュータ解析及びそのまとめ
30日 (火)	良食味米栽培技術に関する文献研究結果の整理
31日 (水)	
11月1日 (木)	器官長測定データ コンピュータ解析及びそのまとめ 良食味米栽培技術に関する文献研究結果の整理
2日 (金)	「良質米栽培技術確立に関する文献的研究」と題してセミナー
3日 (土)	前日のセミナーについて意見交換、討議
4日 (日)	
5日 (月)	「良質米栽培技術確立」に関する報告書作成
6日 (火)	
7日 (水)	「水稻の作期移動栽培」に関する報告書作成
8日 (木)	
9日 (金)	帰国準備、帰国あいさつ
10日 (土)	帰国(水原→JL-962便金浦→大阪)

1. 良質米栽培技術確立研究の課題と方向に関する文献的研究

1) はじめに

韓国では、1984年に米の自給をほぼ達成して以降、生活水準の向上を背景として、良質、良食味米に対する消費者の要求が強まっている。同時に市場開放圧力が高まっている国際情勢に対応するため農畜産物全般にわたる商品価値の向上が政策的にも重要な課題となっている。

このような情勢を受けて、水稲栽培の研究分野では、新たに「良質米生産栽培技術確立研究」が1988年から重要な試験研究課題となっている。この課題は現在の日本の水稲栽培研究分野でも同様に重要課題である。そこで、日本における良質、特に良食味米栽培研究と比較して、韓国における良質米栽培技術確立研究のための課題と方向に関して、作付体系下での水稲栽培技術をも念頭において、基本的な検討を行うこととした。

2) 試験研究

米の品質、食味に関する日本の文献の中から、特に品質、食味と栽培、環境条件の関係をあつかった報告71編（文献表参照）を収集、分類し、その文献研究を基礎に、韓国の水稲品種育成及び良質米栽培研究の現況を勘案して今後の試験研究の課題と方向を討議し、その上で筆者の現段階での考え方を取りまとめた。

なお、収穫後の問題については、既に韓国においても技術指導方針が確立されている現状でもあるので、本報では取りあつかわない。また、米の食味に及ぼす収穫前の要因も気象・土壌条件、栽培方法等極めて複雑多岐にわたるが、本報では米の食味に強い相関を持つ“粘り”に焦点を当て、それに関与するとされているタンパク質、アミロース、無機成分の栽培的制御技術の基本方向を主眼とする検討を行った。

もちろん、米の食味あるいは“粘り”に対して日韓両国民の好みは完全に一致するかどうかは今後の研究に待つべき問題であるが、後述するように韓国における栽培品種の動向を見れば、好みは同一方向にあると一応判断できる。また、米の食味特性を左右する要因の第一は品種であるが、産地・気候・肥培管理等栽培技術に関する要因も大きいという見方が本報の前提である。

本報告の取りまとめに当っては、中国農業試験場の主催で行われた数回にわたる品質・食味に関する研究会の成果も参考にした。持参した71編の文献は品質・食味と栽培・管理条件に関する範囲では日本の報告の大部分を含んでいるものと考えている。

3) 結果と考察

(1) 韓国における試験研究の現況

現在の栽培品種はJapoca系のものが作付面積の89%に及び、統一系（多収系）の作付面積はなお、減少傾向にある。

1989年の主要作付品種を第1表に示したが、秋晴・崎光・大空の日本品種を除いても、その母本には日本の育成系統が多いことが分る。また、近年育成された有望な良質米品種の母本及びそれらの系譜をたどってみても、同様のことが分る（第2表）。注1）また、米粒中のアミロースやタンパク質の含量も日本の栽培品種とほとんど差がない（第1図）。従って、良質米生産栽培技術に関する試験結果を相互に有効活用できる遺伝的な共通基盤があると判断される。

一方、水稻栽培の場面では、統一系品種の多収栽培技術の定着によって、品種構成が大きく変化した現在でも、なお施肥水準は高く、平野部で窒素施用基準11kg/10aに対し、15~20kg/10aの施用が少なくないとみられており、この点の改善が一つの課題とされている。また、良質米栽培の試験研究はその緒に着いたところで、米粒の理化学性の栽培的制御に関する試験成績はほとんど見当たらない。

注1）これらの品種のうち試食した珍味の食味評価は、かなり良いと判断された。

(2) 文献研究の要点及び日本の試験研究の現況

文献研究の結果を待つまでもなく米の食味に關与する化学成分として、米粒中のタンパク質、アミロース、そして最近ではMg、Kなどの無機物質がよく知られている（第3表）。中でもアミロースとタンパク質が主として食味を支配しているとみなされており（第2図）一般に、米粒中のタンパク質やアミロースの含有率が高く、Mg/K比が低いと食味が劣るとされている。

これらの成分の制御によって良食味米生産技術を確立しようとする場合、栽培、環境条件によるこれら成分の変動性をまず明確にすることが重要である。変動性の小さいものは主として育種的に、またその大きいものは遺伝的特性を改良するとともに栽培的に制御する必要があるためである。

従来の研究や諸報告によれば、米粒中のアミロース、特にMgの含量は栽培環境条件によってあまり変動しないとされている。

日本の北海道において、道産米の食味向上に大きく関与した稲津（1988）によれば、玄米中のアミロース含有率は、登熟期間の平均気温を2.8℃/日（40日間の積算で111℃）高めることで約1%低下させることができるという。この結果北海道では作期移動による玄米中アミロース含有率の低下の可能性は1~2%の範囲と考えられた。なお、道産米の食味改善は主として玄米中のアミロース含有率を23%水準へ育種的に低下させたことによるのであるが、崔海椿（1990）によれば韓国の現在の水稲粳品種の玄米中アミロース含量は15.4~20%である（第1図）。

従って、稲津が示した先述の数値は作付体系下の作期移動等によるアミロース含量の裁

培的制御の一つの指標になるが、アミロース含量が20%以下の粳品種であれば、良食味品種の要件を一応満たしているので、アミロース含量の栽培的制御は当面の主要問題にはならないと考えられる。なお、アミロース含量と食味の相関はほとんど認められないという報告もあるが、北海道の食味改良の実績からみて、それはアミロース含量が比較的低い場合であろう。

米粒中のMg含有率も遺伝的特性としての面が強いと考えられ、Mgを含む苦土石灰等の施用によってMg含有率を高めることは今のところ困難とされている。

一方、米粒中のタンパク質含有率は栽培、環境条件で変動しやすいことが知られている。平ら(1971)によると、日本全国より入手したハウネンワセ40試料の玄米タンパク質含有率は7.74~11.54%であった。また、中国農業試験場主催の研究会における報告では、全国から集めたコシヒカリ29試料、及び山口県下のコシヒカリ150試料の玄米中の全Nの含有率がいずれも1.1~1.6%となった。普通、タンパク質含量=5.9×全N量とされるから、これらのタンパク質含有率は6.49~9.44%となる。なお、重要なことは、これらの分布はほぼ正規型を示していた点である。

また、穂揃期の追肥によるタンパク質含有率の変動についても、追肥の時期や量との関係で詳しい研究が平ら(1970)によって行われており、玄米中の全Nで15~30%の増加が確認されている。その場合無追肥区的全N含有率が1.2~1.3%であるのに対し、最も増加した追肥区的全N含有率は1.7~1.8%に及んでいる。

以上のように、米粒中のタンパク質(全N)の含有率の変動はかなり大きく、その制御は栽培、環境条件の改善によって十分に可能であることが分る。

次に精米中のタンパク質(全N)と食味の関係について述べる。

石間ら(1974)は、官能試験による食味評価と精米中のタンパク質含量との関係について試験を行い、第3図のような結果を得ている。現在の日本の官能試験評価では、コシヒカリが「2」、日本晴、あるいはハウネンワセ等が「0」とされている。

石間らの結果は、その後の研究によっても支持されており、日本の良食味米評価の基礎的知見とされている。

従って、日本における栽培技術改善の良食味評価の基準値としては、精米中のタンパク質含有率でおおよそ8%、全N含有率で約1.3%が目安と考えられ(注2)、この数値以下の結果を、収量の低下なしに得る栽培技術の開発が課題となっている。このような観点からの試験研究は日本でも現在のところ極めて少なく今後の試験研究に待つところが多いが、実肥あるいは穂肥の追肥時期、量によって玄米中のタンパク含量が変動し、食味を左右することが分っている(第4、5図20、23、68)ので、現在は追肥技術の改善に焦点が当てられている。なお、このような試験に際し、近赤外分光法等により非破壊で大量の試料を簡易迅速に評価して行こうとする試みが試験方法面で新しい点である。この典型的機器が

いわゆる“食味計”である。この機器は、数千点の官能試験の結果と、米粒の理化学性との回帰関係を基にして開発されたコンピュータソフトを内蔵しており、試料米の食味評価を点数で表示する。しかし、その食味値を絶対視することは、今の水準では問題がある（ソフトの基礎となっている回帰方程式の食味の説明度は70%前後である）。なお、中国農業試験場では、Mg/K比による食味評価方式は、食味の育種的改良及び栽培改善に活用できるものとして位置付けている。これ以外の他の食味評価方式もその回帰方程式の説明度からみて同様の位置付けのものと判断されている。

注2) 玄米中のタンパク含有率は、精米によって約1.4%小さい数値になるとみてよい。

山下ら(1974)によれば精米の全N含量(Y)と玄米中のそれ(X)との関係は、 $Y=1.03X-0.134$ ($r=0.98^{**}$) という。

(3) 韓国における今後の研究の課題と方向

良食味栽培技術の開発、確立研究に当たって大きなネックの一つは、食味の評価方法である。これは、良食味品種の育種においても同様である。現在行われている食味評価のための官能試験はパネラーを20数名必要とし手間と時間がかかり、場合によっては結果に変動が出やすい。そのために大量の試料米を非破壊、迅速、簡易に測定する食味計の開発が試みられ、日本では現在その活用が試みられその有効性の程度が確かめられようとしている。

そこで、韓国において良質米生産栽培技術をすみやかに確立するためには、少なくとも前述したタンパク質等品質、食味に関与する成分を簡易、迅速に測定できる分析器機を各科に整備し自由に使用できるようにする必要がある。しかし、これらの器機を用いて単にタンパク質含量を測定し、その量の多少で試験結果を判定、評価していくのみでは言うまでもなく安易である。当面は米粒中のタンパク質(全N)含量を指標として地帯別の追肥技術改善の面から良質米栽培技術を探究すると同時に、併行的に各地域の産米の官能試験を行って、韓国におけるその食味評価の結果と米粒中タンパク質(全N)含有率との関係を解明する必要があると考える。後者の課題は韓国の食生活における米飯の持つべき特性を明確にすることにつながっている。

この場合、水稲の栽培研究と育種研究の連携はもちろん食品評価関係の研究分野との協力関係の必要なことはいままでもない。このような試験研究が行われれば韓国における米の食味評価方式が自ずから明らかになり、また、それに基づいて地帯別、また作付体系別のきめ細かい良質米栽培技術を確立する基礎が築かれるものとする(第6)。

注意すべき点は米の良質、良食味化が玄米中のタンパク質を低下させる方向にあることから、収量を犠牲にすることになると考えられやすい。しかし、それは消極的な考え方であろう。積極的な考え方は簡潔に言えば、多肥であっても単位面積当りの籾数が多く、登熟が良ければ一粒中の全N含量は相対的に減少するという点にある(第7図)。もちろん異常な多肥区は別として施肥量の増減に応じて収量も増減するが、玄米中の全N濃度の増

減と収量の増減に前重(1980)は負の相関を認めており、あるいは明瞭な相関は認められないという発表もある。従って多収でかつ米粒中全N量が低く良食味という栽培技術が成立する可能性は十分にあると言える。

このような技術確立に際して、重要なことの一つは、施肥法の改善に関連して、土壤中Nの動態の把握である。特に今後地帯別に作付体系を策定する必要があることから前作との関連でどのような施肥体系が良質米栽培に最適かを明らかにすることが重要になってくる。この場合に最近鳥山(1988)によって創案された、真空採血管利用の水田土壌窒素簡易モニター法は大いに活用されるべき試験法と考えられる。この方法は筆者も使用してみたが極めて手軽で栽培研究分野の研究者にも使い易い方法である(注3)。

(参考文献：鳥山和伸1988 真空採血管を利用した水田土壌窒素の簡易モニター 農業および園芸63：732-736)

最後に、韓国における米の食味研究は世界的にも極めて重要な役割を持っていると考える。なぜなら、水稲品種の遺伝的背景は日本の水稲品種に比べてはるかに広く、水稲品種がIndica, Japonica双方の遺伝資源を保持しているからである。このような試料に基づいた食味評価によって、現在の直線回帰方程式による一元的な食味評価だけではなく、それをも含み込んだ多元的な品質、食味評価方式が開発され、高度な水稲生産技術が確立されるよう期待したい。

注3) 筆者の研究室で本年実施した測定では、5月23日移植の12試験区の各4地点で6月13日に測定を行った結果、土壌中N濃度は1.84~12.29ppmの幅でほぼ正規型の分布を示し、変動係数は約30%であった。

要 約

- (1) 米の品質、食味と栽培、環境条件との関係をあつかった日本の71編の報告を分類、整理し、その文献研究及び現在日本で進められている良食味米栽培研究の現況から韓国における良質良食味米栽培技術確立研究の課題と方向を検討した。
- (2) 韓国の現在の水稲品種はその母本に日本の品種が多く、共通の遺伝的背景があるので日韓の良質、良食味米栽培研究は相互に有効な情報交換ができる。
- (3) 食味を支配する重要因子の内、米粒中のタンパク質含量が栽培、環境条件によって大きく変動する。従って、米の食味を栽培的に制御するにはこのタンパク質含量を主な指標とし、その精米中含量を約8%以下にする。
- (4) 当面の食味改善方策として、実肥、穂肥等の追肥技術の改善が適当である。同時に、韓国各地域の産米の食味を官能試験し、その結果と米粒中タンパク質等の含量との相関を解明する基礎的研究も必要である。

(5) これらの試験研究の実施には米粒中タンパク質（全N）等の含量を簡易、迅速かつ大量に分析できる器機を自由に使用できる条件が不可欠である。

(6) 以上の研究結果に基づく韓国独自の米の品種食味評価方式を早期に開発することが、良質米生産栽培技術確立の柱である。

第1表 1989年度の主要作付品種及びその組合せ

品種名（系統名）	作付面積	作付比率	組 合 せ	奨励品種 決定年度
東津（裡里348号）	260,814ha	20.8%	HR1276-7 / サトミノリ	1981
秋晴（34-15B）	242,536	19.3	万代錦 // 若葉 / 金南風	1962
蟾津（裡里353号）	159,712	12.7	密陽20号* / あそみのり	1982
三剛（密陽55号）	112,181	8.9	密陽30号 / I R 4445-63-1-2-2	1982
洛東（密陽15号）	55,451	4.4	農林6号 / ミネユタカ	1980
五台（水原303）	38,906	3.1	アキツホ / 藤269	1982
峰光（37-16）	30,064	2.4	北真旭秀蜂 / 中生新千本	1965
大晴（裡里305号）	29,425	2.3	八紘 / クサブエ	1989
大空（GA-14）	26,671	2.1	山路早生 / コシヒカリ	1970
花成（水原330号）	21,163	1.7	愛知37号** / 水原295号	1985
上位10位品種小計	976,923	77.9	—————	
水稲作付面積	1,254,231	100.0	—————	

* 密陽20号（YR91-24-7 / 西海128=あそみのり）

** 青い空。この外、表中の秋晴、峰光、大空は愛知県の育成品種

注) 本表及び第2表の作成は「水稲育成係良系統の特性一覧」(農村振興庁、作物試験場1989)及び「水稲の育成品種・系統の来歴と品種必一覧」(農林水産省農業研究センター、1987)に基づく。

第2表 良食味新品種の系譜と奨励品種決定年度

小百 (水原304号) 1982年	—	アキツホ (ヤマビコ/GA-3)	←..... 農林22号
	—	藤269	
花成 (水原330号) 1985年	—	愛知37号 ¹⁾ (愛知6号/関東8号) ²⁾	←..... ニホンマサリ
	—	水原295号 (藤280/BL1)	
盈徳 (盈徳3号) 1985年	—	密陽15号 ³⁾ (農林6号/ミネユタカ)	←..... 農林6号
	—	—	
	—	Pebihon	
	—	関東98号 ²⁾ (関係332/日本晴)	
	—	関東100号 (関係332/日本晴)	←..... 日本晴
栄山 (裡里367号) 1985年	—	真珠 (HR769-16//八紘/BL1)	
	—	HR1590-92-4-4-4	←..... あそみのり
花珍 (水原346号) 1988年	—	密陽54号 ⁴⁾ (密21/I R32//密23/密30)	
	—	裡里353号 ⁵⁾ (密陽20号/あそみのり)	←..... あそみのり
西海 (南陽4号) 1988年	—	イナバワセ (コシヒカリ/タレホナミ)	←..... コシヒカリ
	—	東津 (HR1276-7/サトミノリ)	←..... 朝日
界火 (界火3号) 1989年	—	裡里348号 (HR1276-7/サトミノリ)	←..... 朝日
	—	西海145号 (レイホウ/関東98号)	←..... ニホンマサリ
珍味 (水原349号) 1989年	—	イナバワセ (コシヒカリ/タレホナミ)	←..... コシヒカリ
	—	SR4084-5	←..... 農林29 (農8/農6)

注) あそみのり (西海128号) = 西海85/西海59//幸風

注1) 系統の命名

1) 青い空 2) ニホンマサリ 3) 洛東 4) 伽耶 5) 蟾津 6) 東津

注2) 品種の早晩性及び韓国名

極早生 : 水百、五台

早生 : 珍味

中生 : 花成、花珍、界火、西海、三剛

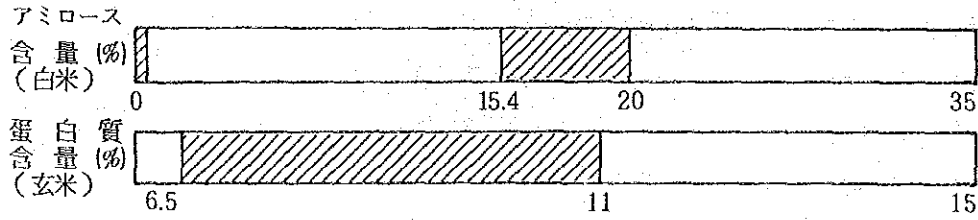
中晩生 : 洛東、秋晴、東津、盈徳、蟾津、栄山

第3表 食味に関する因子

成分	性質	テクスチャー	食味
◎澱粉	熱糊化性	硬さ	硬さ
◎アミロース	老化性	粘り	粘り
水分		弾力性	つや
◎蛋白		凝集性	うまみ
脂肪			香り
無機質			

注) ◎印は、食味との関係が特に大きい。

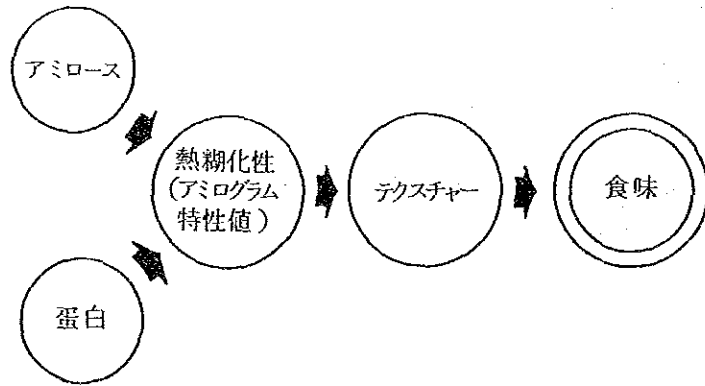
稲津(1989)による



第1図 韓国栽培品種と世界保存品種間の米の理化学的特性変異比較

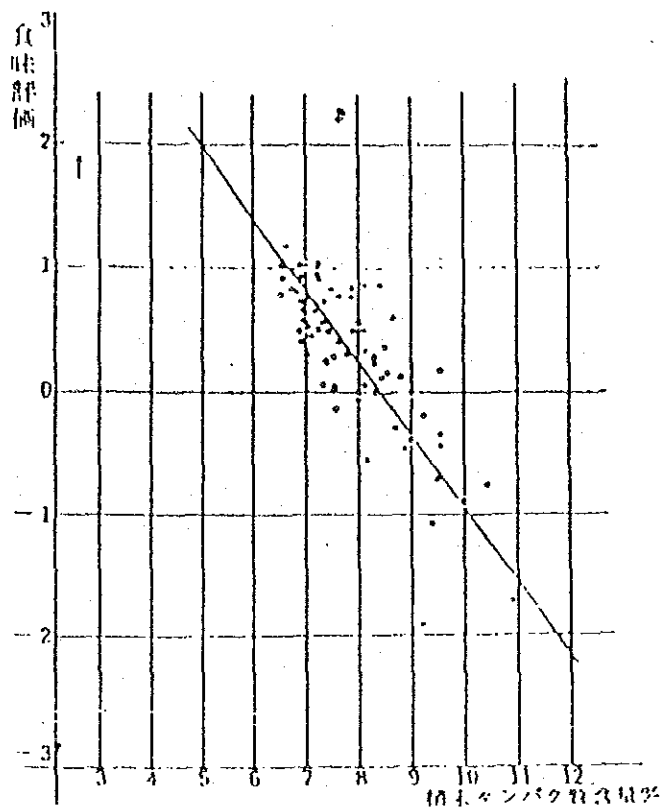
□ 世界保存品種 ▨ 韓国品種

〔崔海椿(1990)「米利用度増進のための育種戦略」農村振興庁シンポジウム集(秋季号)〕



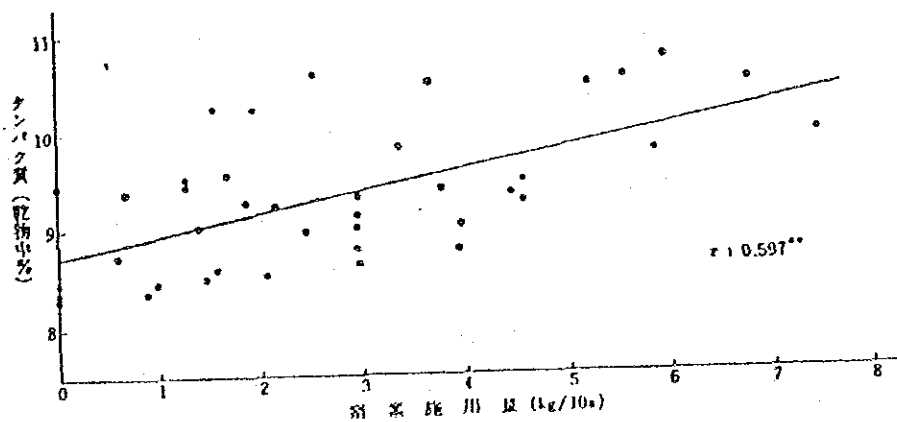
第2図 食味を支配する因子

注) 稲津(1990)による

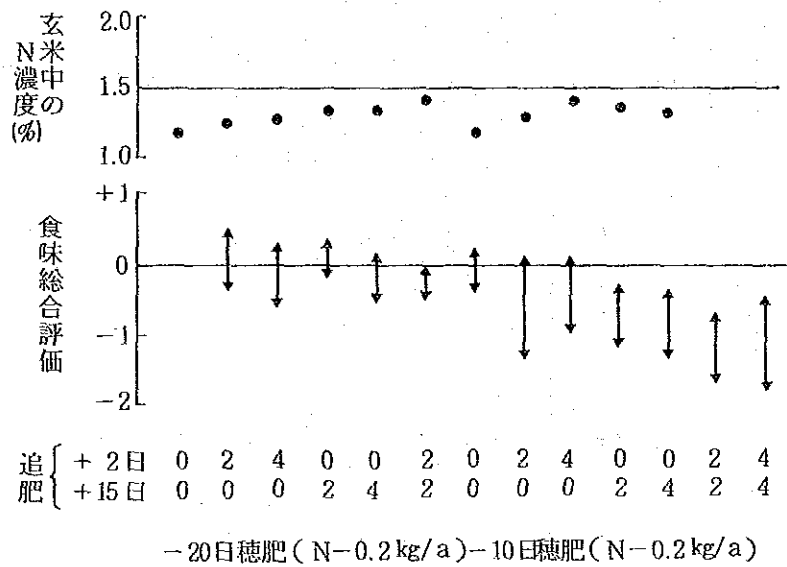


第3図 精米中タンパク質含量と食味総合評価の関係 (石間ら：1974)

*：官能試験による
0は普通、1はわずかに良い、2はかなり良い

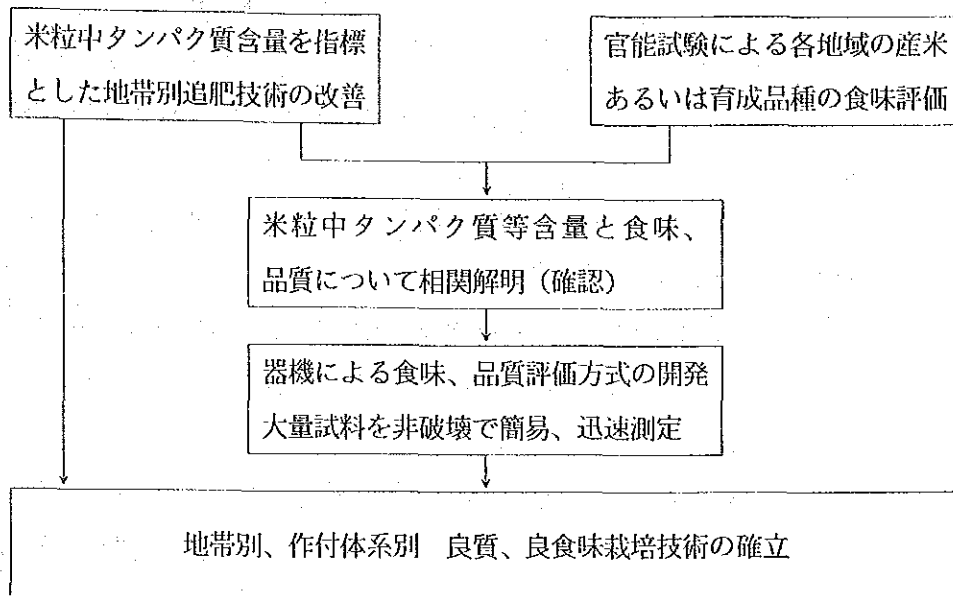


第4図 実肥量とタンパク質含量 (平ら：1970)

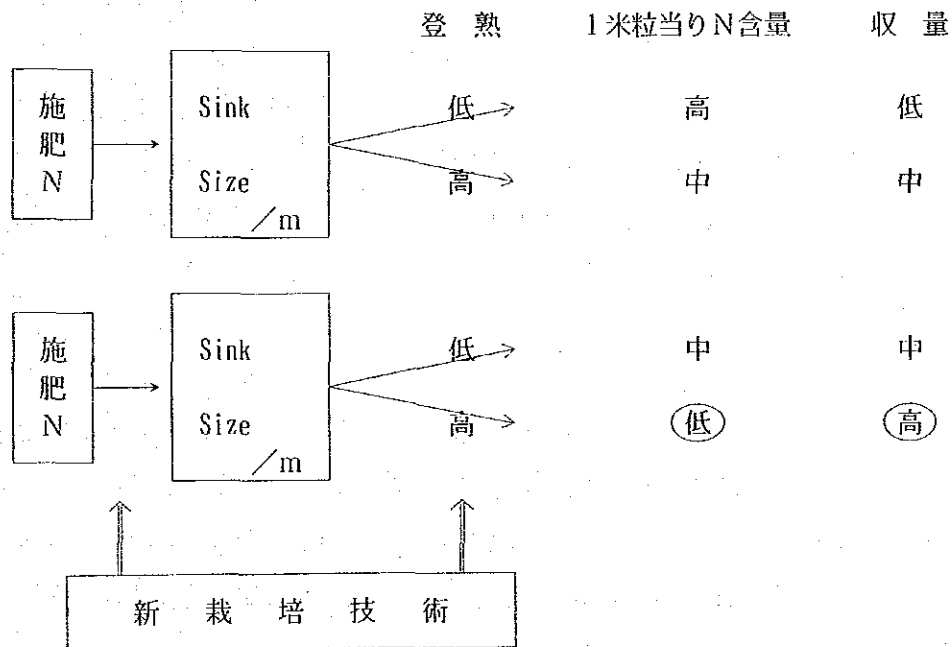


第5図 実肥施用による玄米窒素含量と食味の変化(昭56)

注) 佐木(1968)による



第6図 韓国における良食味栽培技術研究の一方



第7図 安定多収の良質、良食味栽培技術の概念図
負の相関、あるいは無相関

付表：米の品質・食味と栽培・環境条件に関する日本の文献表

I. 無機成分の差と品質・食味

1. 久保彰治 1959. 日本産米の無機成分含量の概観(第1報)。硬質米と軟質米の無機成分の対比。食糧研報 No.14 83-85。
2. 久保彰治 1959. 日本産米の無機成分含量の概観(第2報)。無機成分含量の地域的偏差と成分間の相関。食糧研報 No.14 86-90。
3. 久保彰治 1959. 日本産米の無機成分含量の概観(第3報)。兵庫県産米の無機成分による考察。食糧研報 No.14 91-94。
4. 久保彰治 1961. 米粒の無機成分含量にもとづく日本産米の類別(第1報)。品種、栽培地と無機成分含量。食糧研報 No.15 13-21。
5. 久保彰治・斉尾恭子 1961. 米粒の無機成分含量にもとづく日本産米の類別(第2報)。米の登熟日数、登熟温度と米粒のリン含量。食糧研報 No.15 22-27。
6. 久保彰治 1961. 米粒の無機成分含量にもとづく日本産米の類別(第3報)。日本産米の登熟等温線と玄米のリン含量。食糧研報 No.15 28-31。
7. 久保彰治・堀家静子・中北 宏・斉尾恭子 1965. 早期・早植栽培米の品種・栽培地による品質変異(第4報)。無機成分について。食総研報 No.20 27-45。
8. 吉川 誠・西丸震哉 1965. 早期・早植栽培米の品種・栽培地による品質変異(第5報)。電子計算機による3年間の成績の解析。食総研報 No.20 46-56。
9. 岡本正弘・堀野俊郎・脇本賢三・新井利直・坂井 真 1989. 土壌型による食味の変動と米の成分との関係。日作紀 58:(別1) 68-69。

II. タンパク質等有機成分の差と品質・食味

10. 尾崎 清・森山眞明 1952. 水稻の窒素代謝に関する研究(1)。出穂開始期以後の窒素の供給が米の品質に及ぼす影響について(その3)。日土肥誌 23:146-148。
11. 木戸三夫・梁取昭三 1965. 米蛋白質集積過程の組織化学的研究。日作紀 34:204-209。
12. 木戸三夫・梁取昭三 1968. 栽培条件が米質、特に米粒の蛋白質含有量に及ぼす影響に関する研究。日作紀 37:32-36。
13. 茶村修吾・川瀬金次郎・横山栄造・本多康邦 1972. 米の食味と土壌型との関係。第1報 土壌型とその化学的性質が水稻の生育・食味に及ぼす影響。日作紀 41:27-31。
14. 茶村修吾・本多康邦・飯田耕平・坪川藤夫 1972. 米の食味と土壌型との関係。第2報 米粒の物理化学的性質と食味との関係。日作紀 41:244-249。
15. 徐 錫元・茶村修吾 1979. 玄米蛋白質含有率の品種間差の発現。日作紀 48:34-38。
16. 茶村修吾・金子平一・斉藤祐幸 1979. 登熟期の気温と米の食味との関係。一登熟期間を

- 一定温度とした場合一。日作紀 48 : 475-482。
17. 徐 錫元・茶村修吾 1980. 玄米の蛋白質・燐・カリウム含有率の品種間差異、およびそれらに及ぼす登熟期間の気温と光の影響。日作紀 49 : 199-204。
 18. 農林水産技術会議事務局 1974. 米の食味改善に関する研究。研究成果 77 : 40-43。
 19. 山下鏡一・藤本堯夫 1974. 肥料と米の品質に関する研究 1. 肥料が米のデンプンの理化学的性質に及ぼす影響。東北農業試験場研究報告 48 : 55-63。
 20. 山下鏡一・藤本堯夫 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。東北農業試験場研究報告 48 : 65-79。
 21. 山下鏡一・藤本堯夫 1974. 肥料と米の品質に関する研究 3. リン酸とカリが米の食味、炊飯特性、デンプンの理化学的性質等に及ぼす影響。東北農業試験場研究報告 48 : 81-90。
 22. 山下鏡一・藤本堯夫 1974. 肥料と米の品質に関する研究 4. 窒素肥料による精米のタンパク質の変化と食味との関係。東北農業試験場研究報告 48 : 91-96。
 23. 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のタンパク質含有率の影響。食総研報 No.29 : 9-15。
 24. 岡本正弘 1963. 水稻育種における米の化学分析による食味特性の検定技術。中国農試編 米の用途と品質に関する研究会資料 7-10。

Ⅲ. 栽培・環境条件と成分変動

25. 三鍋昌俊・浪花 勲 1963. 軟質米に関する研究。第7報 軟・硬質米の生成過程と施肥量。日作紀 31 : 352-356。
26. 三鍋昌俊・浪花 勲 1964. 軟質米に関する研究。第8報 土壌の種類および肥料要素と軟質米の生成。日作紀 32 : 97-100。
27. 三鍋昌俊・浪花 勲 1964. 軟質米に関する研究。第9報 窒素の施肥と軟質米の生成。日作紀 32 : 101-104。
28. 三鍋昌俊 1980. 軟質米に関する研究。第14報 米粒の化学成分及び横断面の澱粉細胞組織の構造に及ぼす産地特に気象要素の影響について。日作紀 49 : 95-102。
29. 平 宏和・松島省三・松崎昭夫 1970. 水稻収量の成立原理とその応用に関する作物学的研究。第92報 窒素施肥による米の蛋白質の収量およびその栄養価増大の可能性の栽培試験。日作紀 39 : 33-41。
30. 平 宏和 1970. 多収穫栽培米のタンパク質含量に与える施肥の影響。日作紀 39 : 200-203。
31. 平 宏和・平 春枝 1971. 水稻うるち米のタンパク質含量 日作紀 40 : 21-26。
32. 平 宏和・平 春枝・井上 駿 1973. 水稻玄米のタンパク質・脂肪におよぼす幼穂形成期以後における土壌水分の影響。日作紀 42 : 422-427。

33. 平 宏和・平 春枝・井上 駿 1974. 水稻玄米の無機質組成におよぼす幼穂形成期以後における土壌水分の影響。日作紀 43 : 135-143。
34. 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。日作紀 43 : 144-150。
35. 平 宏和・平 春枝・山崎一彦 1977. 水稻玄米のタンパク質・脂肪および灰分含量におよぼす土壌型および品種の影響。日作紀 46 : 157-163。
36. 東 正昭・榎淵欽也・伊藤隆二 1974. 高蛋白米品種の育種に関する基礎研究。1. 玄米蛋白含有率の品種間差異および諸形質とくに収量との関係について。育雑 24 : 97-104。
37. 本庄一雄 1971. 米のタンパク含量に関する研究。第1報 タンパク質含有率の品種間差異ならびにタンパク質含有率に及ぼす気象環境の影響。日作紀 40 : 183-189。
38. 本庄一雄 1971. 米のタンパク含量に関する研究。第2報 施肥条件のちがいが玄米のタンパク質含有率およびタンパク質総量に及ぼす影響。日作紀 40 : 190-196。
39. 本庄一雄・平野 貢 1979. 米のタンパク含量に関する研究。第3報 登熟に伴う体内窒素及び穂揃期追肥窒素の穂への移行。日作紀 48 : 517-524。
40. 本庄一雄・平野 貢 1979. 米のタンパク含量に関する研究。第4報 穂揃期追肥による米粒タンパク質含有率の品種間差異。日作紀 48 : 525-530。
41. 本庄一雄・平野 貢 1980. 米のタンパク含量に関する研究。第5報 穂揃期窒素追肥および葉面散布窒素の穂への移行と米粒タンパク質含有率に及ぼす影響。日作紀 49 : 467-474。
42. 阿部利徳・宇佐見葉子・笹原健夫 1989. 水稻玄米の層別によるタンパク質のパターンの変動。11. 肥料水準を変えた場合の胚乳タンパク質の二次元電気泳動による分析。育雑 39 : (別1) 446-447。

IV. 道府県における品質・食味の改善

43. 農林省総合助成試験成果 1973. 米の品質・食味の向上に関する研究(昭和44~46年度)(東北六県農業試験場共同研究)。青森県農業試験場 1-279。
44. 宮松一夫・寺島利夫 1969. 米の品質におよぼす土壌ならびに施肥の影響。第1報 土壌条件の影響。福井県農業試験場報告 6 : 1-10。
45. 宮松一夫・寺島利夫 1970. 米の品質におよぼす土壌ならびに施肥の影響。第2報 施肥量と施肥改善の影響。福井県農業試験場報告 7 : 1-13。
46. 南 松雄・土居晃郎 1971. 北海道産米の品質に関する物理化学的研究。第1報 米の食味特性値と栽培環境要因との関係。北海道立農業試験場集報 24 : 43-55。
47. 南 松雄・土居晃郎 1973. 北海道産米の品質に関する物理化学的研究。第2報 米の食味特性と蛋白質含量との関係。北海道立農業試験場集報 26 : 49-58。

48. 稲津 脩・渡辺公吉・今野一男・森 毅彦 1978. 泥炭地水田に対する客土の米質向上効果。北海道立農業試験場集報 39 : 1-11。
49. 稲津 脩・佐々木忠雄・新井利直 1982. お米の味—その科学と技術—。北農研究シリーズ VIII : 1-108。
50. 稲津 脩 1988. 北海道産米の食味向上による品質改善に関する研究。北海道立農業試験場報告 66 : 1-89。
51. 白倉治一・竹生新治郎・遠藤 勲・谷 達雄 1972. 米の同質異品種群形成に関与する諸要素の研究。第3報 登熟気象条件の差異に伴う新潟県主要品種の食味特性の変化。新潟県農業試験場研究報告 19 : 68-82。
52. 佐々木康之・今井良衛・細川平太郎 1983. 高温下で登熟する玄米品質の劣化防止技術。新潟県農業試験場研究報告 33 : 45-54。
53. 三浦昌司 1973. 秋田県産米の品質・食味の向上に関する研究。米の化学組成と品質・食味の関係。秋田県農業試験場研究報告 18 : 55-105。
54. 吉田 浩・山崎栄蔵・芳賀静雄・青柳栄助 1973. 米の品質向上に関する研究。第1報 窒素追肥が米の品質に与える影響。山形県農業試験場研究報告 7 : 1-14。
55. 吉田 浩・斉藤孝一・若松正夫・山崎栄蔵・谷藤雄二・神保恵志郎・芳賀静雄 1976. 米の品質向上に関する研究。第2報 産米の品質に関する環境要因の解析。山形県農業試験場研究報告 10 : 21-37。
56. 高松美智則・香村敏郎・釈 一郎・朱宮昭男・谷口 学・伊東和久 1982. 水稲品種の特性解析に関する試験(第3報)。県内主要品種の作期と米質変動。愛知農総試研報 14 : 16-30。
57. 伊藤夫仁 1979. 水稲登熟期の気温が収量並びに米質に及ぼす影響。広島農試報告 41 : 1-8。
58. 前重道雅 1980. 米の食味関与要因の変動に関する研究 第1報 玄米タンパク質含量の品種間差異。広島農試報告 42 : 1-10。
59. 前重道雅 1982. 米の食味関与要因の変動に関する研究 第2報 玄米タンパク質含量の生産地間差異。広島農試報告 44 : 29-38。
60. 前重道雅 1982. 米の食味関与要因の変動に関する研究 第3報 玄米タンパク質含量におよぼす登熟気温の影響。広島農試報告 44 : 39-44。
61. 前重道雅 1984. 米の食味関与要因の変動に関する研究 第4報 登熟過程における精白米粉の糊化特性および精白米の炊飯特性の推移。広島農試報告 46 : 1-12。
62. 前重道雅 1986. 米の食味関与要因の変動に関する研究 第5報 糊化特性並びに炊飯特性に及ぼす登熟気温の影響。広島農試報告 48 : 17-22。
63. 土屋隆生・上本 哲 1988. 広島県内水稲主要品種の食味に関する研究 第1報 中生新

千本とアキツホの精白米のテクスチャーの地帯間差異。広島農試報告 51:19-25。

V. 解説等

64. 吉野 実 1969. 栽培環境と米質。農業および園芸 44:763-768。
65. 深山政治 1986. おいしい米と最適窒素保有量 -水稲の品種特性と施肥。化学と生物 24:470-474。
66. 稲津 脩・新井利直 1986. お米の味 -その向上は可能か。化学と生物 24:497-499。
67. 平 和宏 1988. 米のタンパク質・脂肪。農研センター、生研機構 稲と米 品質を巡って 103-129。
68. 佐々木康之 1989. 稲の栽培条件と品質。農研センター、生研機構 稲と米 品質を活かす 49-66。
69. 収穫物の食品品質及び商品性に及ぼす影響 1. イネ 自然と調和した農業技術(農林水産研究文献解題 No.15) 439-446。
70. 米の品質と作物学 -良食味品種の特性と栽培-。日本作物学会第188回講演会シンポジウム要旨 1989.10。
71. おいしい米への挑戦(特集)。北農 57:1990. 1

(注) 本表は完成されたものではない。IVについては、東北6県、北信越5県及び愛知県の研究報告は文献探索した。

2. 作期移動栽培による水稻の器官生長変動の比較解析

—機械移動試験区における「生育型」調査法の有効性検討

1) はじめに

現在、韓国で問題となっている都市・農村間の所得格差を是正するには経済性の高い作付体系を開発、普及して低下の一途をたどっている耕地利用率を向上させることが重要な課題である。このためには地域性に応じた作付体系を策定するための試験研究が実施されなければならない。

本報では、このような試験研究で行われることが多い水稻の作期移動試験における器官生長の変動解析に関して新しい調査法の有効性を検討した。同時に試験区に乳苗区と中苗区を設けることによって、現在進められている乳苗機械化栽培の基礎資料を得ようとした。

本調査法は、主稈総葉数の葉数差に対応して主稈と分けつに現われる器官生長の異なるパターンを判別するものである。その有効性は、1株1本植えあるいは1株3本植えの圃場試験区では確認されているので、今回新たに機械移植栽培での検討を行うこととした。

2) 材料及び方法

薬培養法により作物試験場水原市で育成された水稻品種花成を供試した。本育種法は理論的にみて純系品種を生み出すので、本試験であつかう器官生長のパターンの変異が非遺伝的なものであることを示すのに役立つ。

試験区の概要及び出穂期は第1表の通りである。

第1表 試験区の概要及び各試験区の出穂期

試験区	苗の種類	移植月日	出穂期	育苗方法
No. 1	中苗	5.25	8.18	乾糶130g/箱播種で30日間育苗
No. 2	中苗	6.25	8.27	
No. 3	乳苗	5.25	8.22	乾糶220g/箱播種で10日間育苗
No. 4	乳苗	6.25	8.31	

* : 5月25日は普通期、6月25日は晩植、いずれも機械移植で栽植密度は 30×14 cm

** : 5月25日移植の苗はビニルトンネル下で育苗

施肥量は $N - P_2O_5 - K_2O$ をそれぞれ11、7、8kg/10aとし、基肥50%、分けつ肥(移植後14日)20%、穂肥(出穂前25日)20%、実肥(穂揃期)10%、に分施した。

10月5日に、四つの試験区で、それぞれ隣接する3条を選び、各条の連続する10株を含む長方形の区画から中庸株各10株を掘り上げてそれぞれの試験区の調査試料とした。

器官生長のパターンを比較解析するために、各株から最長稈、第2長稈、第3長稈の3本を選び出し、それぞれの穂長、伸長節間長、止葉を含む上位3葉の葉身長を測定した。稈長は節間長を合計して求めた。

各葉の、止葉葉身長の長短、伸長節間数の多少、節間長のパターンに活用（詳細は後述）して“生育型”¹⁾の比較・解析を行い、その群別を試みた。その後各群ごとに測定値の平均、変動係数をコンピュータで算出し、作期移動による器官生長の変動及びその乳苗、中苗による差異を比較した。

3) 結果と考察

始めに本報で用いた新しい生育調査法の根拠を述べておく。

脚注1)： 松葉(1987) 日作紀 56: 313-321

1株1本植えて精密栽培をした試験区内の主稈を取り出して、その葉身長、節間長の節図別変化を調べてみると参考図2)のような結果が得られる。即ち、主稈総葉数の1葉差は普通に現われるのみであるが、(1)止葉葉身長をみると総葉数の少ない方の主稈が著しく長く、(2)節間長のパターンにも明瞭な差がある(特に、上から数えて、第4、第5節間長には大きな差がある)。同時に(3)伸長節間数をみると、総葉数の少ない方の主稈が一つ少ない。これらの特徴を総合すると、同一試験区の主稈に二つのタイプ(型)があるといえる。この型を「生育型」とよび、総葉数が多い方の主稈の生育型を「N型」、少ない方のそれを「N-1型」と定義する。上述(1)~(3)の特徴は、生育型を判別する際に重要であるので参考表1に数値の一例を示しておく。

従来の器官生長の解析では、この生育型を区別しなかったため、止葉葉身長や第4、第5節間長を測定しても変異が大きすぎて数値の取りあつかいに困ることがあったのである。

次に、1株の苗数が複数で同じ試験区では、主稈だけを抜き出すことはむずかしい。このような場合には、通例各株の最長稈、第2長稈、第3長稈等を抜き出す。

この時、主稈と分けつが混在することになるが、分けつは、主稈の生育型のいずれか、N-1型、を模写して生長することが分かっているので、器官生長の解析は可能である。参考表²⁾は、水稻品種日本晴の中苗を1株3本植えにした試験区の節間長パターンであるが、生育型間の差は明らかで、変異係数も参考表1の場合に近い。

本試験の測定結果の一部を第2表に示した。このようなデータについて、先述した(1)~(3)の特徴に注目して生育型の判別を行ったが、判別に困ったのは120本の茎数のうち5例程であった。なお、伸長節間数は「6」の稈でも、節間長のパターンや止葉葉身長からみてN-1型と分るものはN-1型に群別した(第2表の第2株の第1茎がその一例、その例数は第3表に示した)。N-1型に属する稈の伸長節間数が「6」になることは、1株1本植えの場合でも、分けつで認められる。

脚注2) : 松葉 (1987) 植調 24 : 11-16

脚注3) : 松葉 (1988) 日作紀 57 (別2) : 75-76

以上の結果から、生育型の判別は機械移植栽培においても十分可能であるといえる。以下では、各試験区の同じ生育型間で生長パターンの比較を行う。

生育型別に器官長の測定結果を整理したのが、第4、5表である。第1、2図には器官生長のパターンを示した。

これらから、次のことが分る。

- (1) 中苗は晩植により器官生長量が比較的劣り、その節間長の短縮率は下位節間で大きい。
- (2) 晩植により止葉葉身長はほとんど変動しないが、第3葉身長はかなり小さくなる。

これらの特徴は生育型を区別しないデータ (第1、2図のb) でも読み取れるが、詳しくみると器官生長の実態と微妙にズレており、特に止葉葉身長ではズレが著しい。

上述の結果から、中苗より乳苗の方が晩植適応性があると考えられる。しかし、乳苗の穂長は中苗のそれよりやや、短かった。これらの点と生育経過との関係解析は別の機会に譲る。

第5表、第6表に示した変異係数をみると、全体として、生育型を区別すれば係数が低くなっている。同一精度のデータを得るとすれば、サンプル数が少なくすむといえる。実際に松島⁴⁾による調査個体数決定早見表で調べてみると、生育型を区別すればかなりサンプル数を減らせることが分った。第7、8表は各試験区の節間長パターンを節間長比で示したものである。第3、4図にそれを図示した。これらからは、中苗の第1節間長の比率が比較的大きいこと、乳苗は下位節間長の比率が比較的大きいことなどが分る。また、作期移動により中苗では第3、第4節間の間で、乳苗では第2、第3節間の間でそれぞれ逆転が見られる (乳苗のN-1型は他とは様相を異にするが)。

脚注4) : 松島、岡部 (1954) 農及園 29 : 495-497

これらの生育上の意味解析も今後の課題としたい。

4) 要 約

- (1) 機械移植栽培における水稻の器官生長を厳密に比較解析するために、器官生長のパターンを判別する新しい調査法の適用を中苗、乳苗の作期移動試験区で試みた。
- (2) 新調査法は、節間長と葉身長の節位別変化のパターンの差異を簡易に判別するものであるが、機械移植栽培の水稻においてもその有効性が確認された。
- (3) その結果、調査サンプル数をかなり減らしても、従来のデータと同程度を確保できることが分った。
- (4) 調査データの解析の結果、中苗に比べ乳苗の晩植適応性の高いことが器官生長の数値によって具体的に示された。

最後に作物試験場長 朴来敬博士、同水稻栽培科長 林茂相博士には多くの御指導、御便宜をいただいた。また、この二つの報告の取りまとめに際し 呉龍飛、尹用大、李文熙、崔海椿の各研究官には有益な討議をしていただいた。

各氏に心より感謝の意を表します。また、第2の報告は尹研究室の梁元河研究士との共同調査に基づくものである。最後に日韓農業共同研究団長 大久保博士には多くの御配慮をいただいた。ここに深謝の意を表します。

第2表 調査表の一部と生育型の判別例 (5月25日中苗移植区)

株番号	茎番号	止葉 葉身長	穂長	I	II	III	IV	V	VI	生育型判別
1	1	22.6	17.7	36.1	20.1	16.1	11.9	5.7	1.5	N
	2	26.4	17.9	36.2	21.7	13.8	8.7	4.7	2.8	N
	3	33.2	21.2	39.9	22.8	13.5	6.8	2.0		N-1
2	1	34.0	20.8	39.0	21.3	11.8	6.2	3.2	(0.3)	N-1
	2	21.0	17.5	34.6	18.4	14.9	10.7	5.2	1.2	N
	3	23.4	18.1	36.5	19.8	12.9	9.0	4.0	0.4	N
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

* 1は穂首節間(第1節間)を示し、以下II~VIはそれぞれ第2~第6節間を示す。
第4~第7表も同じ。

第3表 生育型判別の誤認の可能性

試験区名	測定 稈数	N型をN-1型 に誤認の可能性	N-1型をN型 に誤認の可能性	明らかにN-1型 で伸長節間数が6
	本	本	本	本
5/25 中苗区	30	1		6
5/25 乳苗区	30			2
6/25 中苗区	30		2	6
6/25 乳苗区	30		2	2

第4表 各試験区の生育型別穂長、節間長、稈長の平均値

(単位: cm)

試験区	生育型 (調査基数)	穂長	I	II	III	IV	V	VI	稈長
5/25 中 苗	N 型 (n=19)	18.2	36.2	20.5	13.4	9.3	4.5	0.9	84.5
	N-1型 (n=11)	19.6	37.7	21.6	12.2	6.8	3.0	—	81.3
	全 体 (n=30)	18.7	36.7	20.9	13.0	8.4	4.0	0.6	83.3
5/25 乳 苗	N 型 (n=16)	16.6	32.7	19.6	14.7	10.0	4.6	1.0	82.6
	N-1型 (n=14)	18.4	35.3	21.8	12.4	6.7	2.3	—	78.5
	全 体 (n=30)	17.4	33.9	20.6	13.6	8.5	3.5	0.5	80.7
6/25 中 苗	N 型 (n=20)	18.3	31.8	18.5	12.4	7.2	3.1	0.7	73.6
	N-1型 (n=10)	19.5	33.5	18.9	11.2	4.8	1.3	—	69.7
	全 体 (n=30)	18.7	32.4	18.6	12.0	6.4	2.5	0.5	72.3
6/25 乳 苗	N 型 (n=25)	18.2	32.1	20.0	13.3	9.7	3.6	0.6	79.2
	N-1型 (n=5)	19.9	33.9	21.1	13.0	7.1	1.3	—	76.4
	全 体 (n=30)	18.5	32.4	20.2	13.2	9.2	3.2	0.5	78.7

注) 「全体」は、生育型を区別しない場合

第5表 各試験区の生育型別の上位葉身長 (平均値)

試験区	生育型	止 葉 (C. V)		第2葉 (C. V)		第3葉 (C. V)	
		cm	%	cm	%	cm	%
5/25 中 苗	N 型	24.2	(13.0)	35.6	(9.4)	48.1	(5.0)
	N-1型	31.0	(10.7)	42.8	(9.1)	49.8	(9.4)
	全 体	26.6	(17.0)	38.3	(13.0)	48.6	(6.9)
5/25 乳 苗	N 型	21.1	(10.2)	30.6	(6.2)	44.8	(5.8)
	N-1型	30.5	(12.1)	40.7	(9.6)	52.5	(3.8)
	全 体	26.0	(21.8)	35.3	(16.8)	47.3	(9.2)
6/25 中 苗	N 型	25.4	(15.3)	34.9	(11.4)	36.9	(7.7)
	N-1型	31.6	(8.1)	39.0	(12.6)	38.7	(7.5)
	全 体	27.5	(16.6)	36.2	(12.8)	37.4	(7.8)
6/25 乳 苗	N 型	23.4	(3.3)	34.0	(3.3)	39.6	(2.6)
	N-1型	29.6	(11.1)	39.9	(9.2)	40.7	(1.8)
	全 体	24.3	(16.1)	35.0	(11.3)	39.8	(6.1)

注) C. V. (変異係数)、なお、調査基数は、葉の部分欠落があるため、第4表とは必ずしも同数ではない。

第6表 第3表の測定値の変異係数

(単位：%)

試験区	生育型	穂長	I	II	III	IV	V	VI	稈長
5/25 中苗	N型	4.5	5.3	5.1	9.4	13.4	15.6	71.3	4.9
	N-1型	5.5	4.8	4.7	8.2	6.6	18.9		3.4
	全体	6.2	5.4	5.5	9.9	18.6	24.7		4.8
5/25 乳苗	N型	5.0	3.0	3.8	9.2	7.7	16.8	80.0	3.7
	N-1型	6.4	3.8	5.8	7.1	15.6	37.6		3.5
	全体	7.9	5.1	7.4	12.1	22.3	39.6		4.4
6/25 中苗	N型	8.1	7.2	6.2	10.9	21.4	26.6	25.7	5.5
	N-1型	4.6	9.1	5.5	12.1	24.8	45.6		4.3
	全体	7.6	8.1	6.0	12.1	28.1	46.5		5.7
6/25 乳苗	N型	5.5	5.1	5.3	7.7	16.6	28.6	36.7	3.9
	N-1型	2.3	2.3	5.3	7.5	11.0	54.4		3.0
	全体	6.1	5.1	5.6	7.5	19.3	40.5		4.0

第7表 各試験区の節間長比

(単位：%)

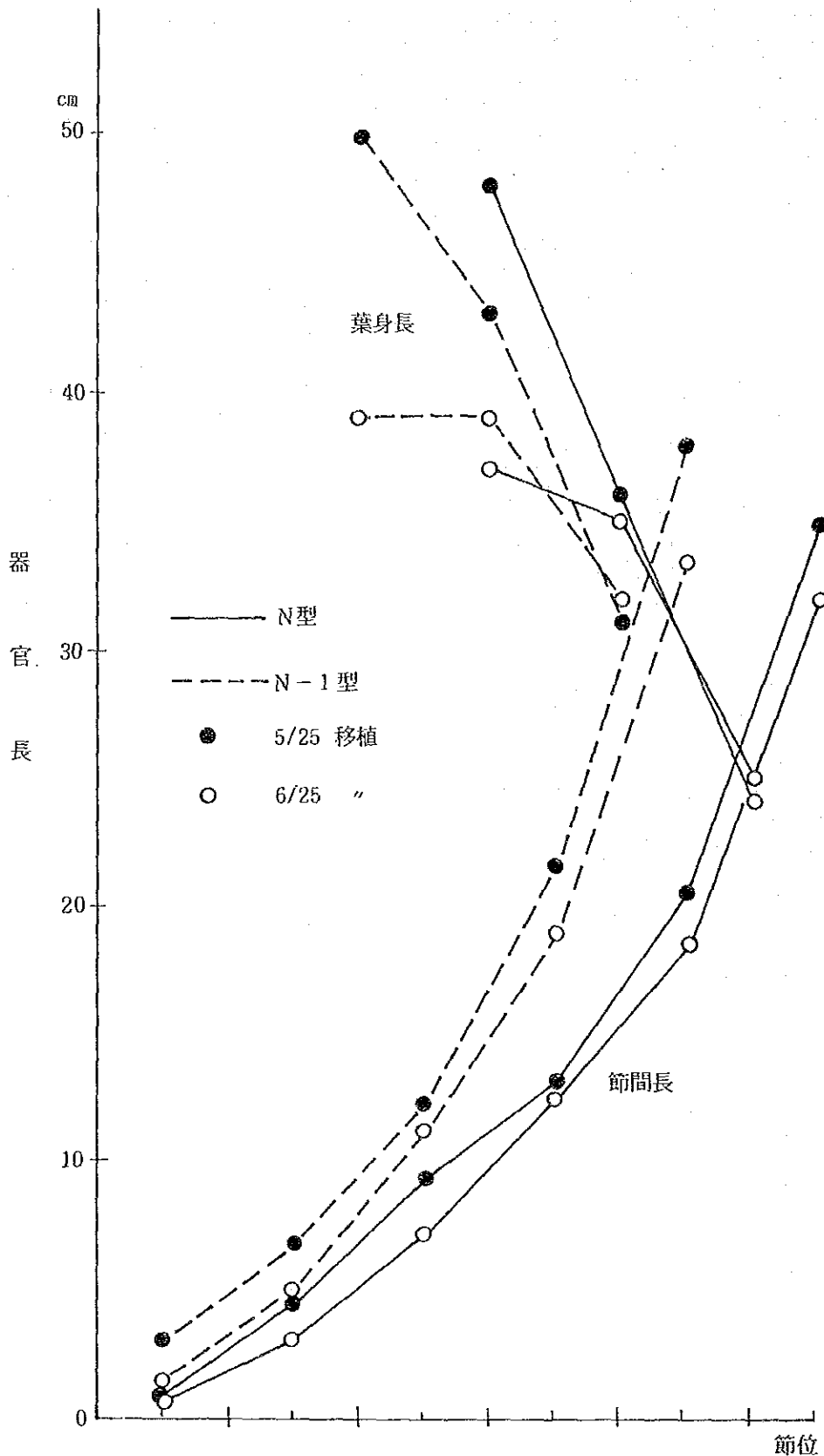
試験区	生育型	I	II	III	IV	V	VI
5/25 中苗	N (n=19)	42.7	24.3	15.8	10.9	5.3	1.0
	N-1 (n=11)	46.3	26.6	15.0	8.4	3.7	-
	全体 (n=30)	44.0	25.1	15.5	10.0	4.7	0.6
5/25 乳苗	N (n=16)	39.6	23.7	17.8	12.2	5.5	1.2
	N-1 (n=14)	44.9	27.8	15.7	8.6	3.0	-
	全体 (n=30)	42.1	25.6	16.8	10.5	4.3	0.7
6/25 中苗	N (n=20)	43.3	25.1	16.8	9.7	4.2	0.9
	N-1 (n=10)	48.1	27.1	16.1	6.9	1.8	-
	全体 (n=30)	44.9	25.8	16.6	8.8	3.5	0.6
6/25 乳苗	N (n=25)	40.5	25.3	16.7	12.2	4.5	0.7
	N-1 (n=5)	44.4	27.6	17.0	9.3	1.7	-
	全体 (n=30)	41.2	25.7	16.8	11.7	4.0	0.0

* 稈長に対する各節間長の比率

第8表 第5表の比率の変異係数

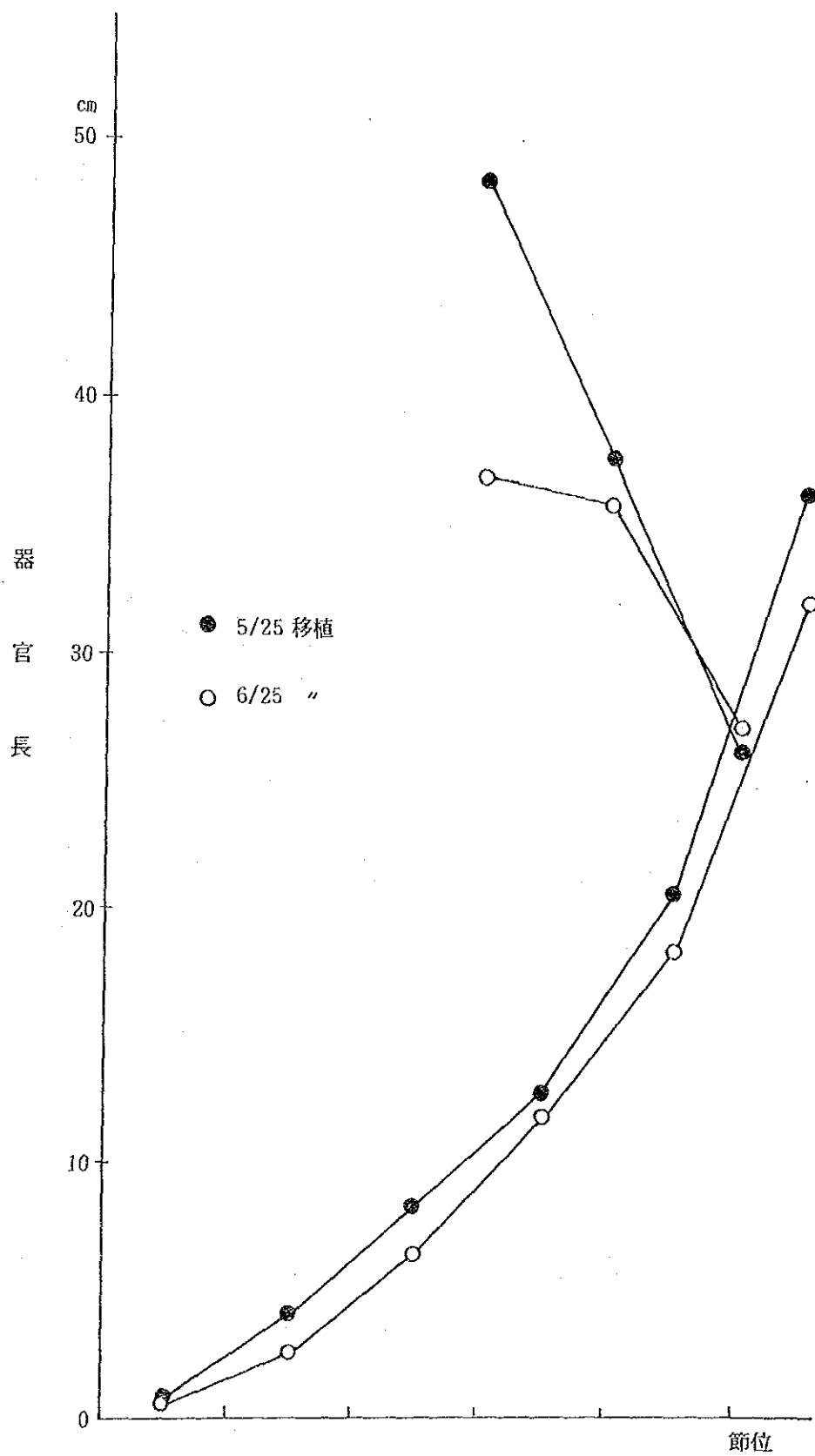
(単位：%)

試験区	生育型	I	II	III	IV	V	VI
5/25 中苗	N	4.2	6.2	7.1	10.8	12.3	68.3
	N-1	3.1	3.1	6.0	7.1	20.2	
	全体	5.4	6.8	7.1	15.9	21.8	
5/25 乳苗	N	4.2	3.6	6.6	4.8	14.5	79.8
	N-1	3.9	4.8	6.0	14.3	35.9	
	全体	7.6	9.1	8.8	19.4	36.6	
6/25 中苗	N	5.8	4.3	8.3	20.5	25.4	24.4
	N-1	6.5	5.3	10.5	24.8	45.5	
	全体	7.8	5.9	9.1	26.1	44.4	
6/25 乳苗	N	5.3	5.7	6.7	15.1	25.2	36.5
	N-1	3.2	2.8	4.9	12.2	53.6	
	全体	6.0	6.2	6.3	17.6	37.6	



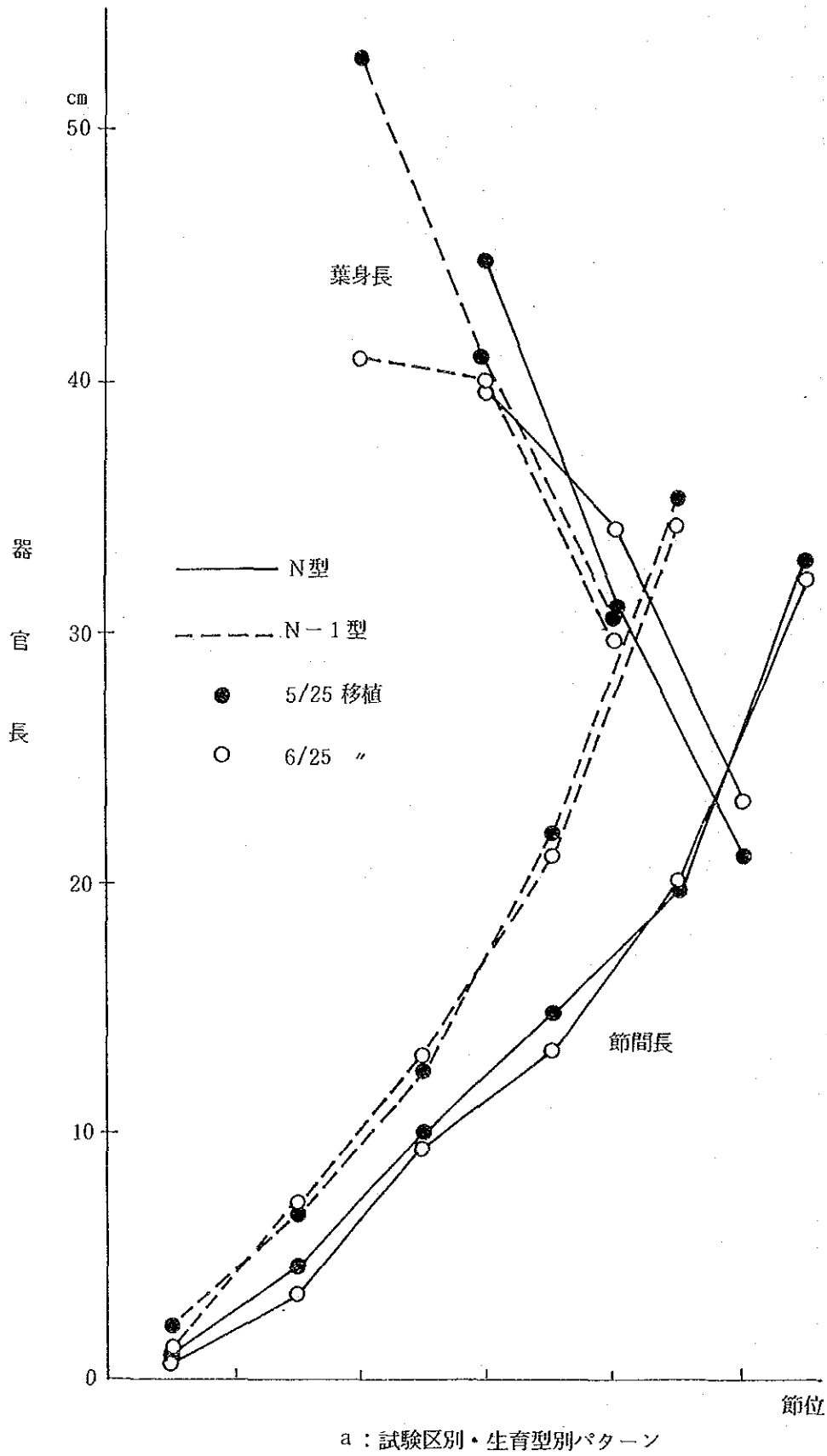
a : 試験区別・生育型別パターン

第1図 花成・中苗移植区の器官生長のパターン

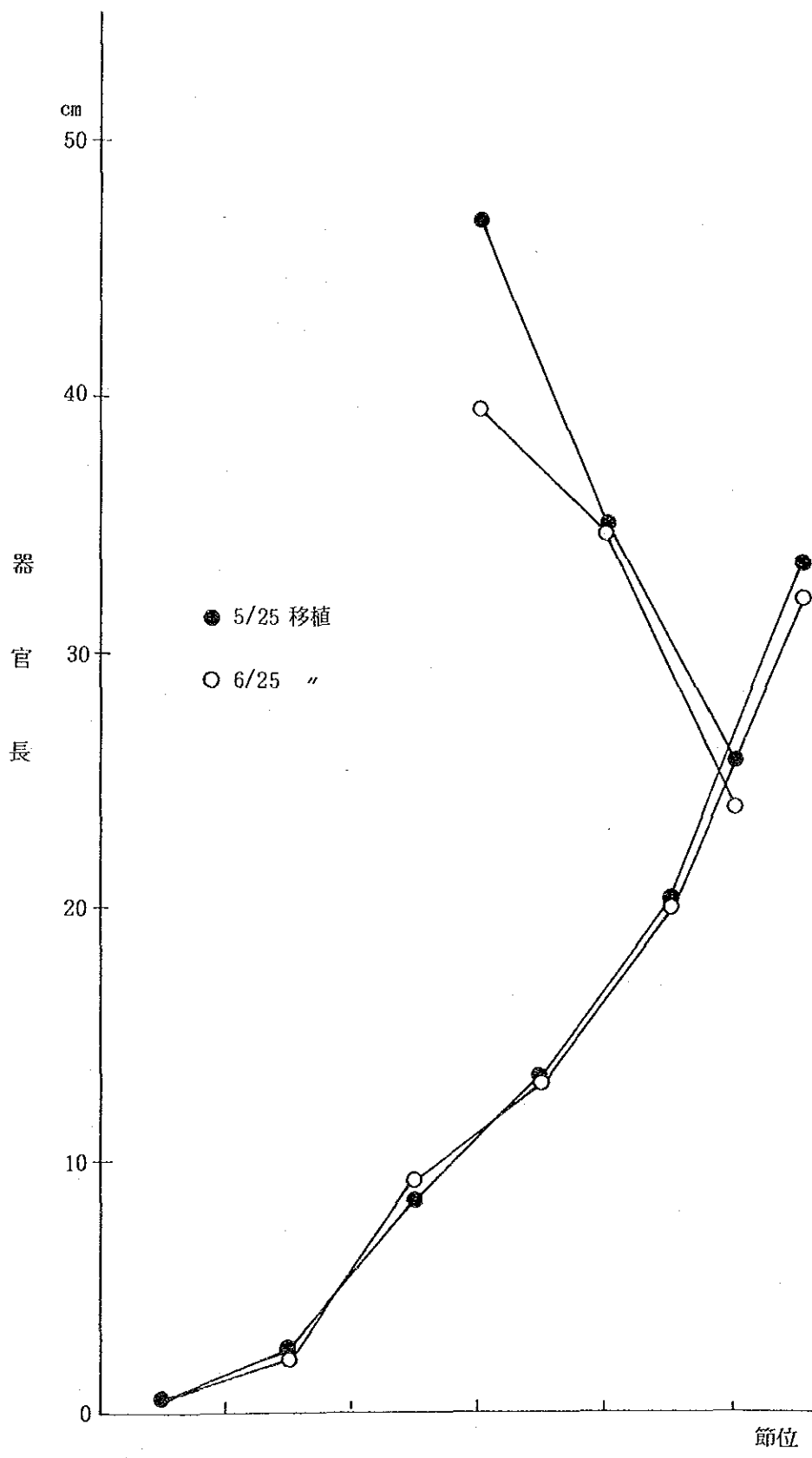


b: 試験区別パターン

第1図 花成・中苗移植区の器官生長のパターン

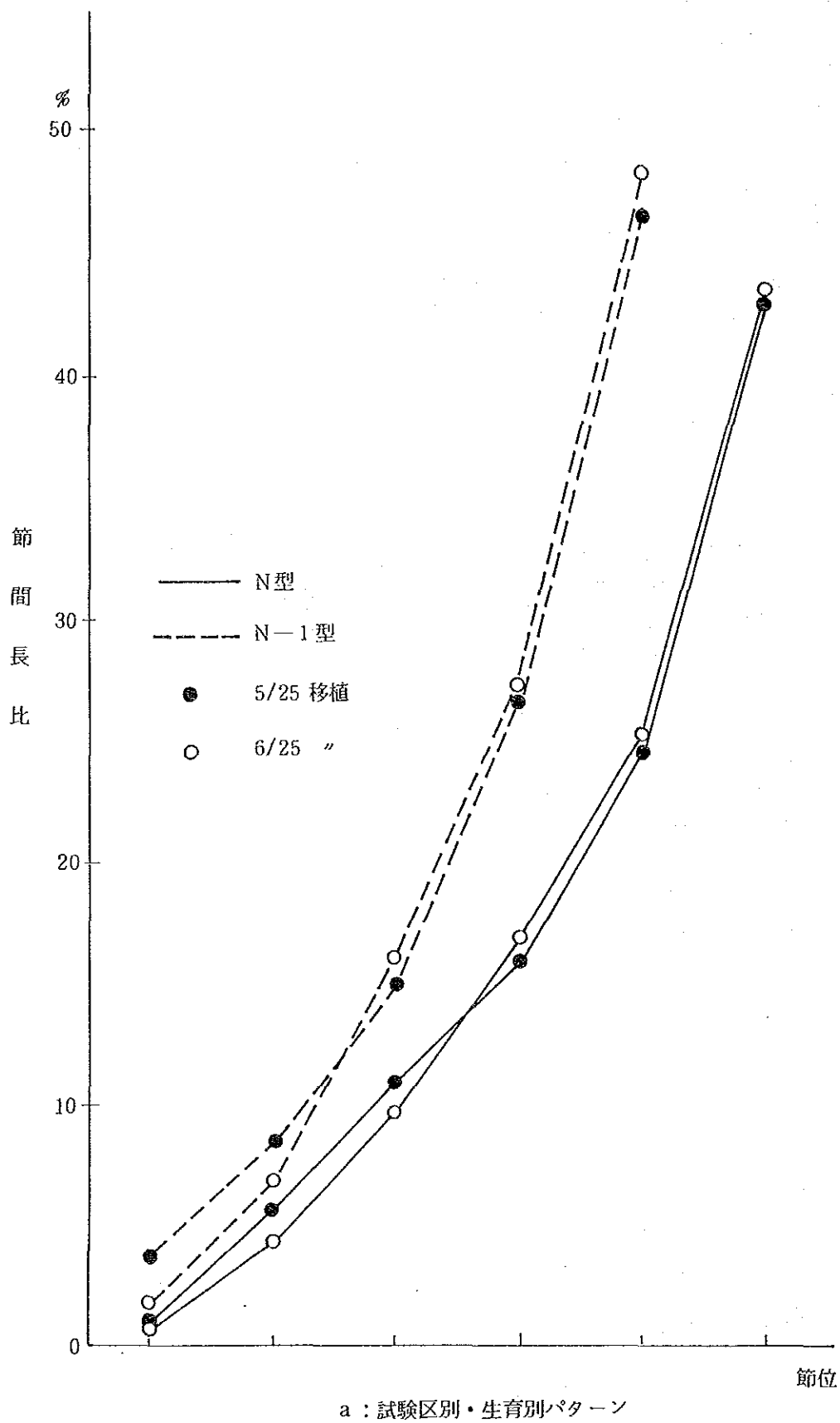


第2図 花成・乳苗移植区の器官生長のパターン

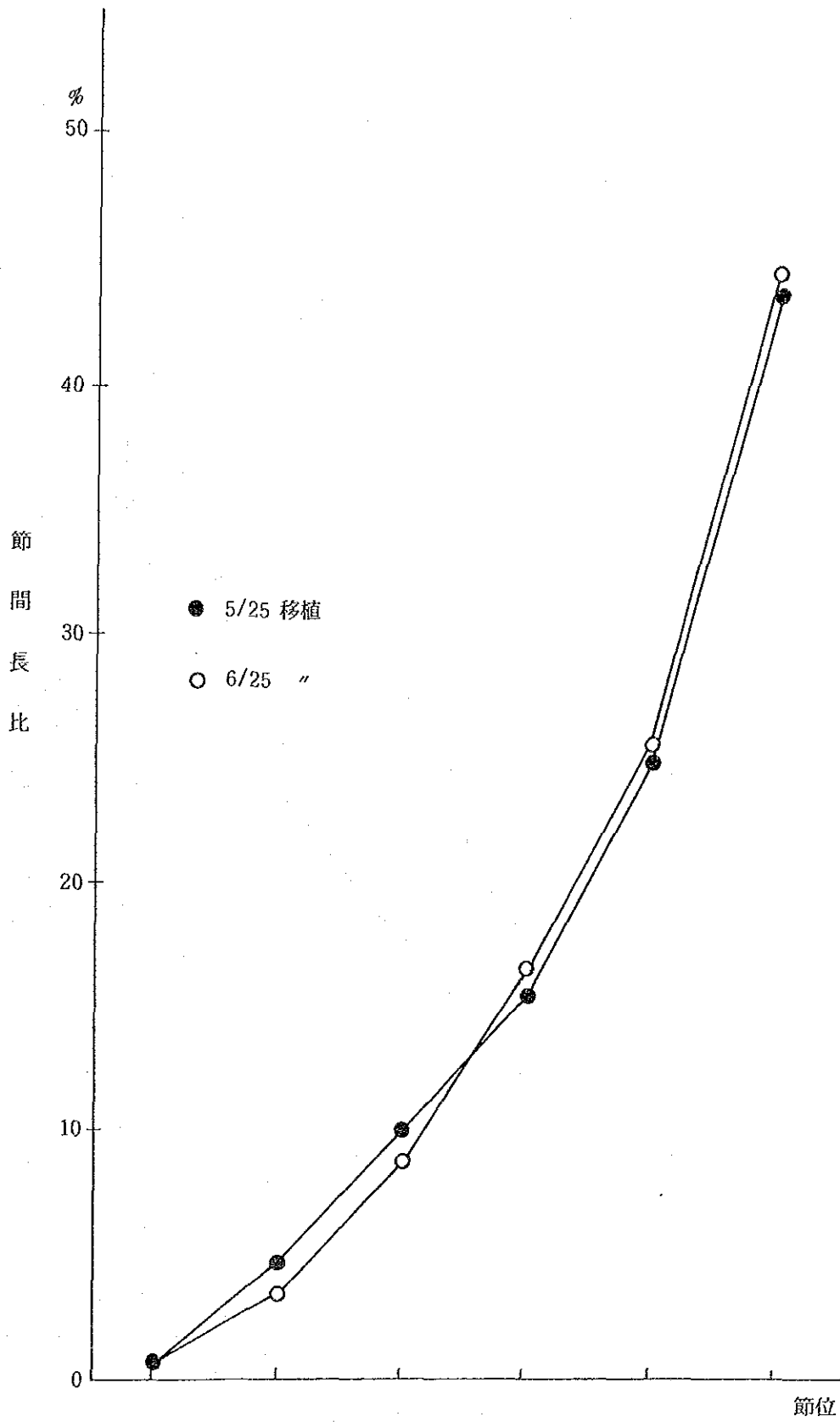


b : 試験区別パターン

第 2 図 花成・乳苗移植区の器官生長のパターン

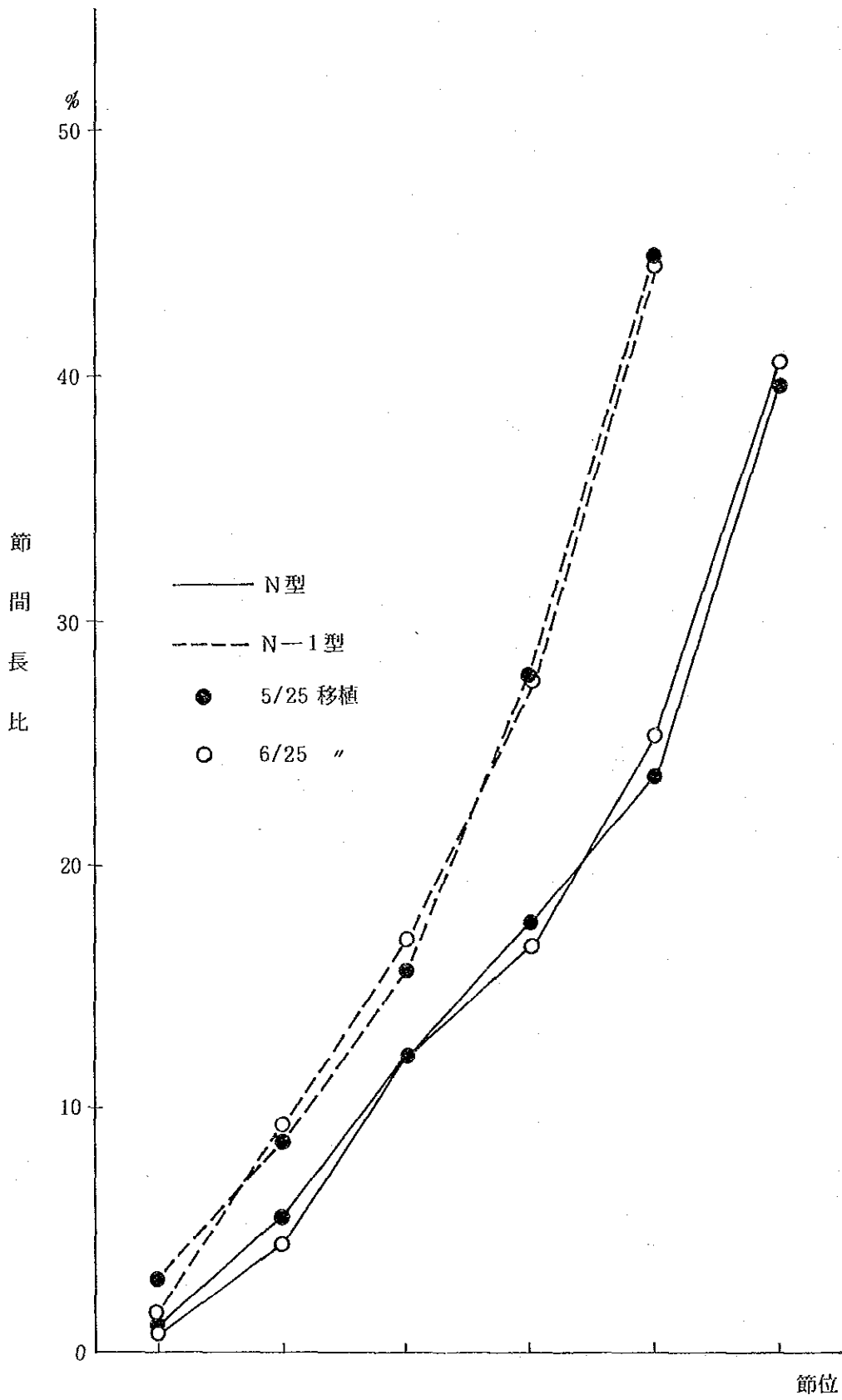


第3図 花成・中苗移植区の節間長比のパターン

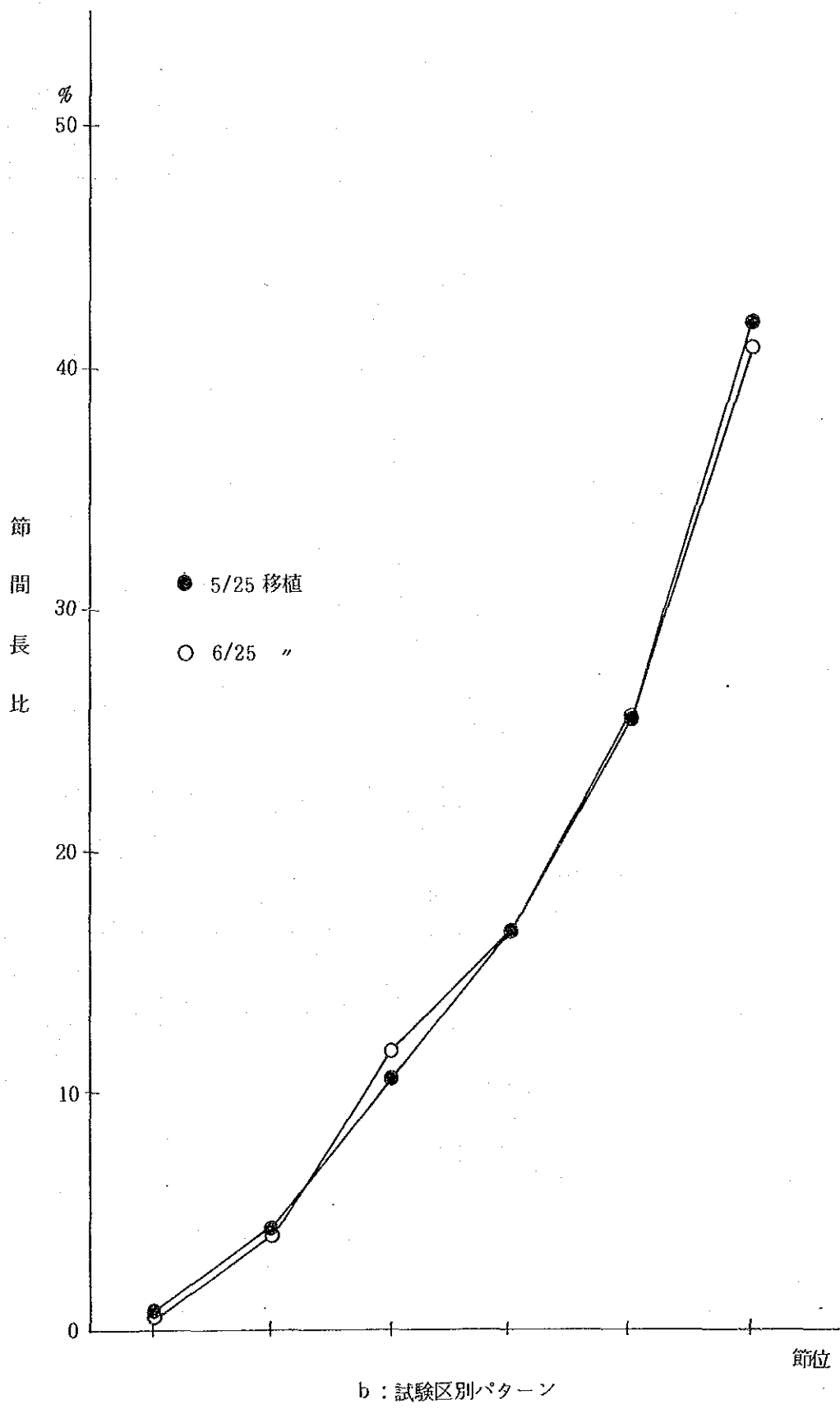


b : 試験区別パターン

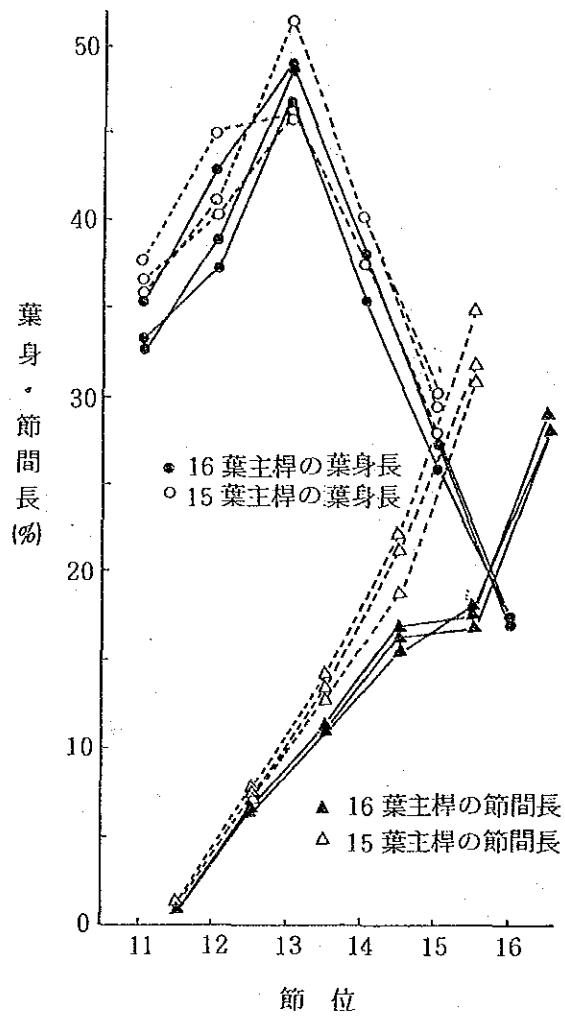
第3図 花成・中苗移植区の節間長比のパターン



第4図 花成・乳苗移植区の節間長比のパターン



第4図 花成・乳苗移植区の節間長比のパターン



参考図 同一試験区の主稈における上位葉身長及び節間長の節位別変化

コシヒカリ（1982年のポット試験）の16葉主稈、15葉主稈をそれぞれ3個体を図示した。
 △▲とも右端が穂首（第1）節間長で、○●とも右端が止葉葉身長である。

参考表1 同一試験区における主稈総葉数の1葉差に対応する稈長・節間長の差異
(品種：コシヒカリ)

器官長	〔N-1〕型主稈		N型主稈		全体	
	平均(cm)	C.V(%)	平均(cm)	C.V(%)	平均(cm)	C.V(%)
止葉葉身長	35.6	4.7	26.2	11.1	30.4	17.5
稈長	81.4	2.8	88.7	3.6	85.4	5.4
第1節間長	37.0	3.8	33.7	3.4	35.2	5.9
第2節間長	20.8	4.4	19.9	5.1	20.3	5.1
第3節間長	13.8	3.8	14.9	6.3	14.4	6.4
第4節間長	8.9	7.4	12.0	5.5	10.6	16.0
第5節間長	0.9	46.2	7.7	9.0	4.6	76.4
第6節間長	—	—	0.5	64.3	—	—

注) 〔N-1〕は18個体、Nは15個体をそれぞれ調査、全体は両者をこみにした場合。
節間の名称は穂首節間を第1節間とした。1981年の供試材料。C.Vは変異係数。

参考表2 生育型別にみた各節間長とその変異係数

(品種：日本晴)

生育型(標本数)	節間長(平均:cm)							変異係数(%)							
	稈長	I	II	III	IV	V	VI	稈長	I	II	III	IV	V	VI	
①	N型(n=21)	84.2	35.4	19.9	14.5	11.0	2.9	0.5	2.6	4.1	3.1	4.5	14.4	36.3	26.3
	N-1型(n=9)	79.7	37.7	20.5	14.0	6.5	0.9		1.4	2.2	4.7	4.9	13.9	30.0	
	全体(n=30)	82.8	36.1	20.1	14.4	9.7	2.3		3.4	4.7	3.9	4.9	26.2	56.5	
②	N型(n=15)	86.4	35.0	20.5	15.2	12.0	3.1	0.6	2.8	4.2	4.0	6.0	8.6	27.2	35.6
	N-1型(n=15)	82.7	38.0	22.2	14.8	6.9	0.9		2.0	3.9	4.3	4.6	23.0	20.5	
	全体(n=30)	84.6	36.5	21.4	15.0	9.4	2.0		3.3	5.7	5.7	5.5	31.0	64.1	

注) I~VIは各々第1~第6節間を示す。栽培は1株3本植え。2反復(①、②)

(3) 小川 紀男 専門家

報告者 : 食品総合研究所 小川 紀男
 派遣先 : 農村振興庁 農業技術研究所
 業務 : 米質評価法に係る技術指導
 期間 : 1990年9月18日～11月17日 (61日間)
 内容 : 別紙のとおり

月 日	実 施 内 容
9月18日(火)	JAL951金浦空港→水原、農村振興庁訪問、夕食会
19日(水)	農村振興庁、農業技術研究所、化学部、生物部訪問
20日(木)	日程計画立案
21日(金)	金室長と日程協議
22日(土)	セミナー準備
23日(日)	
24日(月)	日本の食品工業について討議
25日(火)	セミナー準備
26日(水)	セミナー準備
27日(木)	韓国食品事情研究
28日(金)	官能検査の目的、韓国の意見を聞く
29日(土)	韓国産新米の試食、かなり良質米であった
30日(日)	
10月1日(月)	休日(国軍の日)
2日(火)	休日(秋夕)
3日(水)	休日(秋夕)
4日(木)	休日(秋夕)
5日(金)	官能検査のための試料の手配、皿、電気登など
6日(土)	文献調査
7日(日)	
8日(月)	韓国食品事情研究、韓国食品需給表など
9日(火)	韓国食品事情研究、日韓食料需給表比較
10日(水)	休日(ハンゲル記念日)
11日(木)	韓国産米、産地X品種の検討(金室長)
12日(金)	セミナー内容打ち合せ
13日(土)	体調悪く休む
14日(日)	
15日(月)	モミ乾燥方法の品質に与える影響討論

月 日	実 施 内 容
10月16日 (火)	韓国産米、産地X品種のパネルテスト、統一系で食味不良
17日 (水)	韓国産米、産地X品種のパネルテスト、この日のサンプルは良好
18日 (木)	李秉英氏とセミナーリハーサル、通訳のため
19日 (金)	セミナー、米研究の背景、研究動向、パネルテスト等、夜、農技研所長と夕食会
20日 (土)	韓国食品研究
21日 (日)	
22日 (月)	韓国産米、産地X品種のパネルテスト (金室長)
23日 (火)	パネルテスト用器具到着
24日 (水)	米質調査カード設計
25日 (木)	米質調査カード設計
26日 (金)	米質調査カード設計
27日 (土)	農産物利用科運動会
28日 (日)	
29日 (月)	韓国食品研究 (文献)
30日 (火)	韓国食品研究 (文献)
31日 (水)	韓国食品研究 (文献)
11月1日 (木)	韓国食品事情研究 (文献)
2日 (金)	慶尚北道農村振興院訪問
3日 (土)	慶州農村指導所、慶尚南道農村振興院
4日 (日)	普州市農村ハウス栽培見学
5日 (月)	湖南作物試験場見学訪問
6日 (火)	麦類研究所訪問
7日 (水)	尹科長とパネルテスト方針について討議
8日 (木)	パネルテスト・カード韓訳
9日 (金)	パネルテスト・カード韓訳
10日 (土)	振興庁・農業自動化展視会見学
11日 (日)	
12日 (月)	パネルテストのデモンストレーションを行う
13日 (火)	結果の集計 (利用科 夕食会)
14日 (水)	帰国報告作成
15日 (木)	帰国報告作成 (尹科長送別会を受ける)
16日 (金)	帰国準備、農村振興庁へあいさつ
17日 (土)	JL952 金浦→成田 帰国

始めに

日韓両国とも、米の生産過剰時代を迎え、消費は量から質への転換がすでに始まっている。特に日本においては消費者の選択も政府の政策も良質米重視の方向に向っている。

事情は韓国においても同様であり、1981年までは多収穫の統一系品種の作付け割合が70%を越えていたが、1988年では20%を割り、80%以上をジャポニカ種が占めるまでになっている。(わが国の米需給現況と今後課題：振興庁、1988年) この背景には、韓国においても良質な米を求める消費者心理が働いていることは明白である。

米の1人当り年間消費は、現在日本では約70kg、韓国においては120kgである。日本における米消費量は食生活の洋風化と平行して減少傾向をたどったが、韓国においても、最近の10年間に1人1年間の消費量が10kg減少を示しており、10年後2001年には1人1年90~100kg程度の水準まで減少を続ける可能性のあることを示す経済予測もある(わが国の米需給現況と今後の課題、農振庁1988)。従って、韓国における今後の米に関する諸政策は調整を余儀なくされることが当然予想される。

韓国においては、伝統的食型態が根づよい影響力を持っているように見受けられ、単純に欧米風食生活を指向して行くとは思われないが、日本と比較すると「野菜類」、「果実類」、「肉類」、「牛乳」、「魚介」等の1人当り供給量が少なく(1988年度日・韓食糧需給表比較)、経済成長に平行して米作から畜産、果樹園芸作物に比重を移すことによって、消費者の利益を図りつつ農家所得を保障して行くよう農業を誘導して行く政策余地は残されている。

このような事情もあり、日韓両国における良質米に対する認識には若干の差が見受けられる。しかし、今回の訪韓により官能検査を行った所、日本で好まれる米飯は韓国においても同様に好まれ、良質米に関する価値判断には体質的な違いが無いことが明らかになり、米作の方向としては生産性の向上と矛盾しない米質向上のための研究を行ってゆくことは十分意義があると思われる。

韓国は登熟期の気候が良く、潜在的には日本より良質な米を生産できる可能性がある。

米の食味評価は、現在の所理化学的方法では正確な判定がむずかしく、最終的には官能検査と呼ばれる食味テストによらなければならない。以下に、日本における米の官能検査の経験をまじえて、「米飯食味検査実施方法概要」を示した。

米飯食味検査実施方法概要

1. 目的

米飯の食味的品質を官能検査 (Sensory analysis; panel test) と呼ばれる心理学的方法により判定し、良質米を育成するための育種、栽培方法の研究、加工処理研究のための知見を提供することを目的とする。この方法は米質だけでなく、食品の研究全般に有効である。

2. 良食味米とは

消費者が日常生活の中で「美味しい」と感じる米飯をいう。焼きめしやピラフのような料理のための品質、加工適性も重要な品質特性であるがここでは白飯として美味しい米を良質米と呼ぶ。日常生活の中では、ほとんどが白飯として食べられているので、白飯の品質が最も重要であると考えからである。

3. 科学的パネルテストの必要性和問題点

1) 必要性

米飯の食味を検定する方法としては、炊飯試験 (Cooking test)、化学的成分分析による方法、物理的粘弾性試験による方法などがあるが、現在の所消費者が感ずる米飯の美味しさを完全に説明する方法はない。そのために、パネルテストが必要である。

2) 問題点

理化学的測定では分析器機を用いるのと同じように、パネルテストにおいては人間の「感覚」を用いる。そのため、様々な問題が付随する。その主たるものは「感覚は不安定であり再現性の高いデータが得られにくい」ことである。心理測定における固有の問題点のいくつかを挙げておく。

- (1) 非独立性効果 …………… 他人の判断、意見の影響を受けやすいこと
- (2) 期待の効果 …………… 実験条件 (例えば品種名) がパネルにわかっていると、その先入観によって判定する傾向がある。
- (3) 順序効果 …………… サンプルを試食する順序により判断が影響される。
- (4) 位置の効果 …………… サンプルが配置された位置によって評価が影響を受ける。
- (5) 記号の効果 …………… サンプルに付けられた記号によって判断が影響を受ける。

このような心理効果は、パネルテストの信頼性が疑問視される要因となっている。パネルテストを確実性の良い科学的方法論とするためには、以下に述べる対策を立てることが必要である。

4. 科学的パネルテストを行うための三原則

パネルテストを科学的なものとするためには、次の三原則を堅持することが必要である。

(1) パネルが各々食味判断を独立的に行うこと

これはパネリストが周囲にいる他人の意見の影響を受けないように食味を判定することであり、理想的には Panel boel (個室) 法によるのが良い。

(2) 盲テストを行うこと

盲テスト (blind test) とは、パネルに対して、その試料についての明細を知らせないでテストを行うことをいう。これは期待の効果を排除するためのものである。

(3) 試食順のランダム化あるいは「つり合い (balance) 化」

順序効果、位置の効果を除去するための手段である。欧米ではランダム化が用いられているが、日本では実験計画法の手法の内ラテン方格や B. I. B (balanced incomplete block design) が常用されている。

注：パネルテストの限界

米飯の良否は日常生活の中では明確に認識されるが、検査という状況の下では正確な判断がむずかしい場合がある。パネルテストでは同時に複数個の試料を検査するため、一度に試食するサンプルの量には限界があり、そのため、判断の正確度は低下する。

また検査という緊張した状況が、かえって判断の正確度を低下させる可能性もある。

試料米ごとに最適な加水量があると思われるが、これは試験前には分からないので、どの試料についても同一加水量としなければならないことにも若干の問題点はある。しかし、一般的な傾向としては、良食味米は加水量のわずかな変化に対して良食味を保ち、食味不良米は加水量を変えても良食味米とはならないことが経験的に知られている。

5. パネル

パネルテストにおいて試食する人の集団をパネルと呼び、個々の人をパネリストと呼ぶ。

パネルとして特定の人を選ぶ場合と、特定の人を選ばない場合とがある。いずれの場合にも、パネルテストをスムーズに行うためには、文書によってパネルテストに参加することが職務であると位置づけることが重要である。

日本においては穀物検定協会に見られるように「専門家」による米の食味評価が行われている例も見られるが、一般的には特別に訓練したパネルを用いているわけではない。

米飯については、誰もが毎日食べるものであり、誰もが専門家であると考えて良い。「専門家」と一般の人の相違があるとすれば、パネルテストに対する関心の高さ、熱心さ、注意深さの違いである。この違いは、パネルテストを何度も繰返すことによって解消できる。

パネルとして必要な条件は次の二つである。

(1) 継続的に食味試験に参加できる人で、しかも協力的な人であること。必ずしも米の専門家

である必要はない。年齢は20才以上で男女いずれも可。

- (2) パネルテストに権威を持たせることと、円滑にパネルを集めるために、機関の長が、文書によって、パネルテストに参加することが職務であると位置づけること。

6. 炊飯方法、炊飯用器

(1) 炊飯用器

電気釜を用いる。同一機種で、しかも同一性能のもの（機種が同じでも同一性能であるとは限らない。製造会社で適当に調整してくれる）試験しようとする試料の数だけ釜を用意する。

(2) 炊飯方法

- ① 試験しようとする各試料につき600g～800g（24人分）を用意する
- ② 供試米を内なべに入れ、十分水洗した後30分間水に浸漬する
- ③ 実際に炊飯するときの加水量については、次の要領を参考にする。以下に示す加水量は、米の重量に対する水の重量比である

	米		水	
収穫直後	1	:	1.1	程度
収穫後6ヶ月まで	1	:	1.3	程度
収穫後6ヶ月以上	1	:	1.4	程度

必要な場合は予備実験を行い加水量を決定する。特殊な試験目的以外は、どの試料についても同一の加水量とする

- ④ 同時にswitchを入れ、switchが切れた後は30分間そのままにした後試験に供する

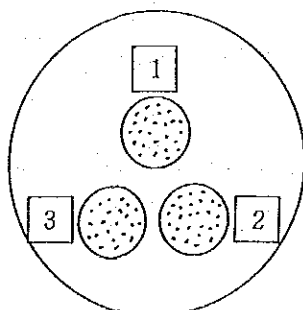
7. 試食用器および盛り付け方法

(1) 用器

直径27cm程度の白色円型皿を人数（パネルの）分だけ用意する。その他に、外径7cm程度の小椀を数個用意しておく。

(2) 試食順を指定する

白色円型皿の上へ試料を置く位置を指定する。具体的には、黄色または白色のビニールテープを貼り、その上に試料数だけの番号を付ける。下図は試料数が3個の場合の例である。この数字はパネルテストの際の試食順の指定ともなっている。



注：皿の上の数字は試食順を示す。

基準試料を設定するときは、円型皿の中央に置くか、あるいは別途に小皿を用意し基準試料であることを明示しておく。

(3) 皿の上へ試料を配置する

試食順の影響を除去するために、ラテン方格に従って試料を皿の上に配置する。ラテン方格は任意の試料数の場合について統計学のテキストの巻末に記載されているが、以下に試料数が3の場合について、一例を示しておく。

試料の量は(1)で用意した小椀を用いて、各試料とも1人分50g前後を白色皿に盛り付ける。

パネルグループ	試	食	順
	1	2	3
a	B	A	C
b	C	B	A
c	A	C	B

注1：パネルグループとは、試食順が同一のグループを言う。

注2：A、B、Cは試料名、例えばA=東津、B=秋晴、C=こしひかり

8. パネルの人数

パネルの人数は、試料数の倍数とすることが望ましい。人数が多いほど結果は正確であるが全体で24名程度が好ましい。

例：試料数	3	パネル数	$3 \times 8 = 24$ 人
	4		$4 \times 6 = 24$
	5		$5 \times 5 = 25$
	6		$6 \times 4 = 24$
	7		$7 \times 3 = 21$
			$7 \times 4 = 28$

注：例の中の倍数はラテン方格の表を繰り返す（反復する）回数である。

24人前後という数字は経験的に得られたものである。この程度の人数で統計的有意差があるものを「違いが有る」と判断し、有意差が無ければ「違いが無い」とするのである。

9. 相対（比較）判断による方法と絶対判断による方法

相対判断とは、基準品を設定し、その基準品と比較判断するパネルテストの方法である。日本の食糧庁では滋賀県産日本晴（代表的産地のもの）を、その年の基準米としてパネルテストを行っている。

このような検査方法も一つの方法であるが、米飯は日韓両国民とも、誰でも一日一回は食べるものであり、各人が日常の経験を通して米飯の良否の価値基準を持っているので、その基準を基に検査する方法も悪い方法ではない。このような判断を絶対判断（比較、基準を設定しないという意味）と呼ぶ。この方法では、各パネルの価値基準が異なる可能性もあるが、試料と

パネルを共に要因とした二元配置分散分析 (Analysis of Variance of Two-way Layout) を行って、試料間の統計的有意差 (statistical significance) を見るときには問題とはならない。

結論的には、二つの方法の内いずれを用いても良いが、強いて両者の違いがあるとするれば、どちらの方がパネルが評価しやすいかという問題に帰するのである。育種のように極めて多数の試料を比較しなければならないときは、基準品を設定した方が良い結果がえられる。

10. 米飯食味調査カード (案)

米飯食味調査カードは目的に応じて設計すべきものであるが、3種類の案を示す。必要に応じて変更すること。

(1) 米飯食味調査カードⅠ

一般的な米飯食味調査を目的とするもの。日本では最も多用されている (付表Ⅰ)

(2) 米飯食味調査カードⅡ

理化学的な測定と官能検査との関連性を研究することを目的とするパネルテストカード (付表Ⅱ)

(3) 米飯食味調査カードⅢ

米飯の嗜好性だけを調査することを目的とするもの (付表Ⅲ)

11. パネルテストの実施

(1) 筆記用具、はし、パネルテストカード、うがい用コップを用意する。パネルテストカードには、あらかじめグループ欄にグループ名を記入しておくこと。

(2) パネルテストは空腹時に行うこと

(3) パネルテスト担当者は、あらかじめテストの進行順序、調査カードの記入要領等について説明を行い、テスト中は私語、談話および喫煙を禁じ、静かな環境を保って各パネルがテストに集中できるように配慮すること

(4) 各パネルがテストを終了した時点で、記載もれが無いことを確認する。記載もれが生ずると、後の統計計算が不可能になるからである。

12. パネルテスト実施例および集計例

日韓両国で、米飯の嗜好に違いがあるか否かを調べることを目的として、農業技術研究所農産物利用科においてパネルテストを行った。米飯食味調査カードⅠを使用した。21名のパネルの参加を得た。

試料は日本産こしひかり、韓国産東津、秋晴の三点である。パネルテストの結果により、日本で高い評価を受けている「こしひかり」が韓国においても好まれることが明らかになり、日韓両国において米飯への嗜好に差がないことが判明した。

日本産こしひかり、韓国産東津、秋晴食味比較(1)

A …… 東津 B …… 秋晴 C …… こしひかり

パネル	外 観			香 気			粘 り		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
1.	0	0	3	1	1	2	2	-1	2
2.	0.5	-0.5	1	2	0.5	0.5	-0.5	0	3
3.	1.5	1.5	3	2	2	2	2	0	3
4.	1	0	3	2	0	0	1	-1	2
5.	0	-2	2	1	2	-1	2	-3	0
6.	1	0	3	1	0	2	1	0	2
7.	1	2	2.5	0.5	2	1.5	1	0	2
8.	0	1	3	0	2	0	1	1	0
9.	0	-1	1	0	0	0	-1	0	0
10.	1	0	3	1	2	1	1	2	3
11.	2	2	2	1	2	3	0	1	2
12.	2	3	3	1	3	2	0	2	1
13.	0	-1	3	0	1	0	1	0	2
14.	0	0	2	2	0	1	0	2	1
15.	0	0	1	0	1	0	0	0	1
16.	2	1	3	1	1	1	2	2	3
17.	0	-1	2	0	1	2	1	0	2
18.	1	0	2	2	1	0	0	1	2
19.	1	0	2	0	0	2	1	-1	2.5
20.	-1	-1	0	-1	-1	0	-2	-2	1
21.	1	2	3	1	2	3	2	1	3
平 均	0.67	0.29	2.26	0.83	0.98	1.00	0.69	0.19	1.79

最小有意差 (L. S. D) による統計的有意差

日本産こしひかり、韓国産東津、秋晴食味比較(2)

A …… 東津 B …… 秋晴 C …… こしひかり

パネル	(味)			総合評価			
	A	B	C	A	B	C	
1.	0	0	1	0	-1	1	パネルグループ a
2.	0	-1	1	0	0	2	
3.	2	0	1	1	0	2	
4.	1	1	2	1	0	1	
5.	1	-3	3	1	-3	3	
6.	2	1	2	2	1	2	
7.	0.5	0	2.5	1	0	3	
8.	1	0	1	1	1	1	パネルグループ b
9.	0	0	0	0	0	0	
10.	1	2	3	1	2	3	
11.	0	1	2	0	1	2	
12.	1	2	1	1	2	1	
13.	1	0	2	1	0	2	
14.	0	2	1	1	2	0	
15.	0	0	1	0	0	1	パネルグループ c
16.	1	0	2	1	0	2	
17.	-1	-1	2	1	-2	2	
18.	0	2	1	1	0	2	
19.	0	0	2.5	1	-1	2.5	
20.	-2	-2	1	-1	-1	1	
21.	1	2	3	1	2	3	
平均	0.45	0.29	1.67	0.71	0.14	1.74	

最小有意差 (L. S. D) による統計的有意差 (5%水準)

13. 結果の報告

- (1) パネルテストの目的
- (2) 試料名（品種、処理条件など）
- (3) 使用したパネルテストカードの種類
- (4) 分散分析（二元配置分散分析）の結果
- (5) 参加したパネルの人数
- (6) 平均値および平均値間の統計的有意性（statistical signibicance）

などを報告書に記載しておく必要がある。

付表 I

米飯の食味調査カード

Group **b**

氏名 _____ 19 年 月 日
年齢 _____ 男, 女

皿の上のご飯を指定された順序に従って比較、食味を検査して感じたことを例示に従って該当する位置にもれなく試料番号を表示して下さい。

(例)

	非常に悪い	やや悪い	悪い	普通	良い	やや良い	非常に良い
	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
		① ①		③		②	
外観	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
香気	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
粘性	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
味	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
総合評価	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3

これらの試料に対して全体的に感じたことを次に述べて下さい。

米飯の食味調査カード

Group _____ 氏名 _____ 19 年 月 日
 年齢 _____ 男, 女

皿の上のご飯を指定された順序に従って比較、食味を検査して感じたことを例示に従って該当する位置にもれなく試料番号を表示して下さい。

(例)

	非常に悪い	やや悪い	悪い	普通だ	良い	やや良い	非常に良い
	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
		① ④			③	②	
外観	悪い						良い
香気	悪い						良い
粘性	弱い						強い
硬度	軟い						硬い
総合評価	悪い						良い

これらの試料に対して全体的に感じたことを次に述べて下さい。

付表Ⅲ

米飯の食味調査カード

Group _____

19 年 月 日
氏名 _____ 年齢 _____ 男, 女

皿の上のご飯を指定された順序に従って比較、食味を検査して感じたことを例示に従って該当する位置に (○) で表示して下さい。

試料番号↓	非常に悪い	やや悪い	悪	普通	良	やや良い	非常に良い
	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
1	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
2	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
3	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
4	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
5	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
6	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
7	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____

これらの試料に対して全体的に感じたことを次に述べて下さい。

(4) 西村 範夫 専門家

報告者 : 九州農業試験場 西村 範夫
派遣先 : 農村振興庁 農業技術研究所病理科
業 務 : 土壤病害
期 間 : 平成3年2月20日～3月19日
内 容 : 別紙のとおり

月 日	実 施 内 容
2月20日(水)	OZ101便 韓国着 水原市へ
21日(木)	所内挨拶、農業研究及び指導普及事業の説明をうける
22日(金)	病理科の研究内容の紹介
23日(土)	研究打合せ
24日(日)	休日
25日(月)	セミナー準備
26日(火)	セミナー「Foxysporiumの選択分離培地と分化型の識別」
27日(水)	試験に用いる病土の調整
28日(木)	同上
3月1日(金)	休日
2日(土)	疫病菌の菌量測定法の試験(第1回目)
3日(日)	休日
4日(月)	疫病菌の菌量測定法の試験(第2回目)
5日(火)	フザリウム菌の分離同定法の説明
6日(水)	安城郡の試験圃場を視察
7日(木)	セミナー準備、疫病菌の菌量測定法の試験(第3回目)
8日(金)	セミナー「トウモロコシの病害」
9日(土)	菌量測定法の試験結果の調査
10日(日)	休日
11日(月)	試験結果の調査
12日(火)	慶州、密陽の視察
13日(水)	〃
14日(木)	〃
15日(金)	帰国報告書、試験結果の調査
16日(土)	〃
17日(日)	休日
18日(月)	挨拶、帰国準備
19日(火)	KE738便で帰国、鹿児島空港着

1. 転換畑における病害の発生様相と防除法

安城郡の試験圃場で、1990年に発生した主な病害はダイズモザイク病とジャガイモ疫病であった。これら以外にも各種の病害が発生しているが、1990年は本研究の2年目に当り、また、短期専門家としての研究期間が1991年2～3月で、作物が栽培されていない時期であるので、現段階において発生様相を考察することはできない。そこで、転換畑の畑作物の病害研究では日本が先行しているので、その成果をもとに今後の研究推進に対する意見をまとめた。転換畑の研究成果としては、関東・東海¹⁾、北陸²⁾、九州³⁾、四国⁴⁾地域から1988年に報告されたもののうち、ダイズ及びムギ類に関する病害研究について引用した。

(1) ダイズの病気

ダイズでは、ダイズモザイクウイルス(SMV)、ダイズ萎縮ウイルス(SSV)、アルファルファモザイクウイルス(AMV)、インゲン黄斑モザイクウイルス(BYMV)による4種ウイルス病、紫斑病(*Cercospora Kikuchii*)、黒根腐病(*Calonectria crotalariae*)、茎疫病(*Phytophthora megasperma*)、白絹病(*Corticium rolfsii*)、さび病(*Phakopsora pachyrhizi*)、べと病(*Peronospora manshurica*)、葉焼病(*Xanthomonas campestris* pv. *glycines*)、萎ちょう病(*Verticillium dahliae*)、炭そ病(*Colletotrichum truncatum*等)、菌核病(*Sclerotinia sclerotiorum*)の発生が認められた。

この中で、ダイズモザイク病及び紫斑病はいずれの地域でも重要病害であった。また、黒根腐病及び茎疫病は関東・東海、北陸地域で、白絹病は九州、四国⁴⁾で、さび病、べと病、菌核病は九州地域で、それぞれ問題になっており、地域により病害の発生程度に差が認められた。

発生生態と防除法は韓国の場合とほぼ同じと思われるが以下に概略を述べる。

1) ダイズモザイク病

4又は5系統が存在するので、抵抗性品種を選定する必要がある。第一次伝染源は罹病種子である。媒介虫である有翅アブラムシの少ない時期が発芽から開花期になるように作期を選ぶ。

2) 紫斑病

高度抵抗性をもつ品種はなく、発病程度は気象条件に左右される。しかし、発生生態の解明と薬剤防除法の開発により発生が減少している。健全種子を用いる。チウラム・チオファネートメチル剤、チウラム・ベフミル剤による種子粉衣、開花期以後のベフミル水和剤、チオファネートメチル剤の散布が有効である。

3) 黒根腐病

土壌伝染性の病害で連作することにより被害が増大する。本病に対しては品種間差があるとされている。また、土壌を初夏から5ヶ月間湛水状態にすると発病軽減効果が認められた。早期栽培や高畦栽培による発病抑制効果も知られている。

4) 茎疫病

本病の発生は雨水が停滞したり、用水路の水が流入または浸透するような排水不良畑で多発する傾向にある。連作により更に被害が増大する。

抵抗性品種の利用にあたっては、本菌にレースの存在が知られているので、分布するレースを把握して品種を選定する。排水促進のための基盤整備、培土、高畦栽培、畦間部の排水溝設置が有効である。また、ダイズ作付後、1年内のイネ栽培では発生の減少が認められないが、イネを2年作付すると減少する。

5) 白絹病

本菌は土壌中の有機物を栄養源にして生育、増殖しているため、土中有機物の分解を促進して菌に栄養を考えないようにする。

菌核は夏期に湛水した土壌中では、10～15日間で死滅することが報告されている（四国農試1968）ので、田畑輪換は有効な防除手段になると思われる。

種子の葉剤粉衣処理は無効であるが、土寄せ直前にメプロニル水和剤1,000倍液の株元散布が卓効を示した。

6) 萎ちょう病

病原菌が多犯性なので、比較的冷涼な地帯での輪作体系の種類によっては予想外の発生をみる可能性があり、注意を要する。

7) さび病

本病の発生には流行年があり、年次変動が極めて大きい。

品種の耐病性には差が認められる。登録された農薬は予防効果が主体であるため、発病後は直ちに防除を行い、まん延を阻止する。

8) べと病

多湿条件下で多発生するので、梅雨期に発生しやすい。

9) 葉焼病

耐病性品種、健全種子を用いる。

多発畑では連作を避ける。

(2) ムギ類の病害

ムギでは、ムギ類萎縮ウイルス(SBWMV)、コムギ縞萎縮ウイルス(WYMV)及びオオムギ縞萎縮ウイルス(BYMV)による3種の土壌伝染性ウイルス病、黒節病(*Pseudomonas syringae* pv. *japonica*)、さび病類(*Puccinia*属菌)、黒穂病類(*Ustilago*属菌、*Tilletia*属菌)、うどんこ病(*Erisiphe graminis*)、斑葉病(*Pyrenophora graminea*)、立枯病(*Gaeumannomyces graminis*)、雪腐病(*Pythium*属菌、*Typhula*属菌等)、赤かび病(*Fusarium roseum*, *F. nivale*)、大麦雲形病(*Rhynchosporium secalis*)の発生が認められた。

この中で、土壌伝染性ウイルス病は関東・東海・九州で、立枯病は関東・東海で、雪腐病

及び大麦雲形病は北陸で、うどんこ病は九州で、また、赤かび病は関東・東海、北陸南部、九州地域で問題になっている。

1) 土壤伝染性ウィルス病

全て土壤中に生息し、*Polymyxa graminis*により伝搬される。

ムギ類萎縮病はオオムギ、コムギ、ライムギに発生し、中程度の発生で20～30%減収することがある。

コムギ縞萎縮病はコムギだけに発生するが、抵抗性品種が多く、被害は比較的軽い。

オオムギ縞萎縮病はオオムギに発生し、特に二条大麦での被害が大きい。コムギの作付で本病の発生は低下するが、コムギの連作でSBWMVが発生してくるので、連作期間は2年程度にするのが無難と思われる。また、BYMVに対する抵抗性品種の利用では、分布するウィルスの系統を考慮する必要がある。

*Polymyxa*菌は高土壤水分条件に耐えられるので、田畑輪換は防除対策にならないが、排水対策及び排水溝の設置は防除の一助になる。

2) 赤かび病

出穂後、穂に発生する。特に西日本では出穂期が高湿多雨のため、本病の発生が多く被害が大きい。

本菌は多犯性で腐性能力が強く、刈株、枯死したイネ科雑草上にも繁殖して子のう殻を形成し、これが伝染源になるので、田畑輪換による伝染源の除去は極めて困難である。

高度耐病性品種がないので、チオファネートメチル剤、トリフミゾール水和剤を開花盛期に1回、又は開花盛期とその7～10日後の2回、二条大麦では穂ぞろい期とその一週間後の2回散布する。また、チウラム・ベフミル剤による種子消毒も効果がある。

3) うどんこ病

耐病性品種の利用が最も効果的である。栽培に当っては、適期に厚播きしないように播種する。表皮寄生菌なので薬剤の効果が高く、発病初期の散布が効果的で、株全体に散布する。

4) 立枯病

本病は転換畑や普通畑で小麦を2～3年連作すると発病し出す。

排水良好な土壤、火山灰土で多発し、植土、低湿地に発生が少なく、特に水田裏作では発生しないといわれている。抵抗性品種はないので耕種的に防除する。発病畑では2～3年休閑するか、イネ科以外の作物を栽培する。また、イネを1作するか、夏期に30～40日間湛水状態にすると被害軽減効果が高い。深耕するか、播種時期を適期から10～15日間遅らせることも効果がある。

5) 雪腐病

被害は根雪前の生育量と根雪日数によってほぼ決まる。

主な雪腐病は褐色雪腐病、雪腐褐色小粒菌核病、紅色雪腐病の3種である。北陸地域では南部ほど、また、平坦部ほど褐色雪腐病の発生が多く、北部・山間部へ移るほど雪腐褐色小粒菌核病が混合して発生する。また、紅色雪腐病の発生は一般には散見される程度と少ないが、年々増加の傾向にある。

転換畑においては初年目は発生が少なく、畑地化するにつれてまた、連作年数が増すほど発生が多くなる。これは紅色雪腐病や雪腐褐色小粒菌核病で顕著である。そして両菌は夏期水田化することで菌核が残滅するので発生が減少する。

品種、播種期、排水、栽培管理を重点とし、補完的に薬剤を使用する。

6) オオムギ雲形病

発生に影響する気象要因は降雨である。根雪始めが遅く、根雪期間の短い年は多発しやすい。被害は止葉の次次葉以上が発病したときに大きく、多発すると20~45%の減収になる。

防除は耕種的には健全種子を使用し、種子消毒を完全に行う。播種時に覆土を完全に行い、早播き、厚播きを避ける。基肥は窒素の単用、過用を避ける。薬剤の茎葉散布は石灰硫黄合剤かトリアジメホン剤を2回散布する。時期は出穂2週間前と出穂期である。早期多発期は茎立期と出穂2週間前に行う。

以上のように、転換畑であるからといって新しい病害が発生するということはないが、土壤水分過多の転換畑では発生様相が普通畑とは異なり、しかも地域によって重要病害の種類が異なる。また、ほとんどの地上部の病害は空気伝染性であるので普通畑と同じように発生するが、土壤病害に関しては種子、種いも、苗、土壤等により病原菌が畑に持ち込まれなければ、発生しないという特徴がある。従って、病害の発生に関する研究には注意が必要であり、安城郡での試験畑の他に、農家の転換畑における全国的な調査が必要と思われる。但し、韓国では転換畑が少ないので長期にわたる研究が必要と考えられる。

防除法については、水稻との輪作又は湛水により防除可能な病害があるので、転換畑の特性を積極的に活用した病害の防除法を構築できる可能性がある。即ち、今後普通畑で防除の困難な病害を、転換畑での水田輪作或いは湛水によって積極的に防除するための研究は価値があると考えられる。

2. 疫病菌の菌密度測定法

韓国においても各種の疫病が発生しており、トウガラシ疫病、キュウリ疫病、スイカ疫病などの被害が大きい。

一般的に疫病には、①初発生から病勢の進展・まん延が急速である、②土壤水分の変動が大きい所で発生しやすい、③降雨が多いと多発する、という性質がある。このために転換畑は、疫病が重要病害になる要因をもっている。1990年に始まった本プロジェクトにおいても、すで

にジャガイモ疫病の発生は顕著である。

疫病菌の越冬形態は主として卵孢子であると考えられているが、土壤中の菌密度は *F. oxysporum* 等に比べてはるかに低い。このため既存の選択分離培地では、検出限界外でも疫病が発生するので、菌密度の測定ができない。その代りとして、いくつかの土壤検診法が考案されており、Tsao (1960) は土壤希釈法による菌密度評価法を報告した⁹⁾。

本試験では、研究期間が短かいので、材料を準備できるトウガラシ疫病を用いた。そして本病の宿主であるトウガラシの実を補足材料にして、Tsaoの土壤希釈法によりトウガラシ疫病菌の密度測定ができるかどうかを確認するために試験を行った。

試験には李銀鍾病理科長、金忠会土壤病害研究室長及び室員の方々の支援をいただいた。深く謝意を表します。

材料及び方法

- 1) 病 土 ; トウガラシ疫病の激発した畑の土壌を供試した。
土壌 pH は 7.3 であった。
- 2) 病原菌捕捉植物 ; トウガラシの緑色の実を用いた。
供試品種はハンビュール (Hanbyul) である。
- 3) 希 釈 用 土 壤 ; 病土を希釈するための土壌として、オートクレーブで殺菌した病土を用いた。
- 4) 試 験 1

病土を砕き、2 mm の篩でふるった。100 ml 容ビーカーに病土 50 ml を取り、500 ml 容のビーカーに入れた。次に病土 50 ml に殺菌土 50 ml を加えて十分攪拌した後 50 ml を 500 ml 容のビーカーに入れ、これを 1/2 希釈とした。残りの 50 ml の土壌に殺菌土 50 ml を加えて、順次、1/4、1/8、1/16、1/32、1/64 希釈区を作った。各区のビーカーに蒸留水 150 ml を加えて攪拌し、これに 2 本のトウガラシの実 (約 5 cm 長) の半分が浸るように上から吊し、26°C に静置した。1 日毎に菌系及び病斑の形成状況を観察した。

第 2 回目の試験では、各区の土壤容量を 100 ml、加える蒸留水量を 350 ml、静置温度を 24°C にして繰り返した。

5) 試 験 2

1/1~1/64 希釈区の土壤 50 ml を直径 28 mm の大型試験管に入れ、トウガラシの種子 3 粒を播種し、26°C 中に静置し、発芽及び発病状況を観察した。

結果及び考察

10 日後においても、トウガラシ果実の周囲に疫病菌の菌系及び病斑は形成されず、本試験条件では密度の測定ができなかった。

Tsaoの土壤希釈法では、捕捉植物の種類、温度、光、加える水の性質、水と土壌の量比が重要な要因になるとされている⁷⁾。トウガラシ疫病菌の捕捉植物としてナス、キュウリ等の果実を供試して検討すると共に、果実浸漬温度を低温(22℃またはそれ以下)にした後に生育適温(28℃)に置く等の、処理の検討が必要と思われる。

また、トウガラシ幼苗の罹病程度を指標にする方法(試験2)においても、播種15日後までに、幼苗に病変は認められなかった。本法では、試験方法を改善しても判定までに時間がかかると思われるので、Tsaoの土壤希釈法の検討を中心にして菌密度測定法を確立した方が良いと思われる。

3. 終わりに、農研所長から、短期専門家の期間が一月では短かすぎるのではないか、という主旨ご意見をうかがった。確かに研究上からは短かすぎるので検討が必要と思われる。

引用文献

- 1) 関東・東海地域における転換畑作物の生産流通技術と営農—水田農業確立のために、P61~65、及びP111~117、農業研究センター(1988)
- 2) 北陸における水田の畑利用技術と営農 P79~99、北陸農業試験場(1988)
- 3) 九州地域における転換畑作技術指針—水田農業確立のために— P44~68、九州農業試験場(1988)
- 4) 四国地域における転換畑作技術、P74~76 四国農業試験場(1988)
- 5) 韓国植物病・害虫・雑草名鑑 韓国植物保護学会(1986)
- 6) Tsao, P.H. A serial dilution end-point method for estimating disease potentials of citrus phytophthoras in soil. *Phytopathology* 50 : 717~724, (1960)
- 7) Tsao, P.H. Factors affecting isolation and Quantitation of Phytophthora from soil. in *Phytophthora its Biology, Taxonomy, Ecology, and pathology* edited by Erwin et al. P219~236, 1983

(5) 長野間 宏 専門家

報告者 : 農業研究センター 長野間 宏

派遣先 : 農村振興庁 嶺南農業試験場

業務 : 土壌物理

期間 : 1991年3月25日～4月27日 (34日間)

月 日	実 施 内 容
3月25日(月)	JL953便で韓国着 水原へ(車)、農村振興庁局長にあいさつ
26日(火)	水原から密陽へ移動(列車)、嶺南試験場長にあいさつ、夕食会
27日(水)	田畑輪換試験現地圃場視察、場内施設見学
28日(木)	科内で調査計画を打合せ、科の歓迎会
29日(金)	土壌分析用試料採取(現地圃場)
30日(土)	PF1.5粗孔隙の測定開始
31日(日)	
4月1日(月)	現地調査(耕盤層の透水性)
2日(火)	セミナー準備、降水量データ整理
3日(水)	土壌三相分布計算(真比重測定)
4日(木)	セミナー「田畑輪換のための新しい土壌管理技術」
5日(金)	休日(植木日)密陽市内観光
6日(土)	土壌試料秤量
7日(日)	
8日(月)	土壌試料振とう、P緩衝液による土壌窒素抽出
9日(火)	土壌調査に同行(磷酸肥沃度と水田の雑草発生)
10日(水)	水溶性硝酸の分析
11日(木)	分析データの計算、まとめ
12日(金)	分析データの計算、まとめ
13日(土)	日本から調査団来場(仲谷団長以下4名)
14日(日)	
15日(月)	報告書の図表の作成
16日(火)	慶州地域の水田視察
17日(水)	土壌調査、試料採取
18日(木)	セミナーの原稿作成
19日(金)	嶺南作物試験場 ハイキング
20日(土)	植物環境科セミナー「田畑輪換における土壌物理性の変化」
21日(日)	
22日(月)	報告書のまとめ
23日(火)	報告書のまとめ、本松専門家と打合せ
24日(水)	密陽から水原へ移動
25日(木)	農業技術研究所でセミナー、「田畑輪換における土壌物理性の変化」
26日(金)	挨拶、帰国準備
27日(土)	帰国 JL952便

田畑輪換圃場の耕盤層の物理性及び可給態土壌窒素量の変化

1. はじめに

前年度土壌物理の短期専門家として派遣された長谷川の報告によると、韓国の水田土壌の内、排水改良を必要とする湿田は約4%と少ない。

また、粘質な土壌（土性C）の割合が8.8%（表1）と少ない。以上の点からは、田畑輪換を行うことが比較的容易な土壌が多いと考えられる。しかし、耕地整理（用水路分離）が行われている面積が、45%程度であるので、地形や水利条件によっては、隣接する水田からの浸透水による湿害や、周辺の水田の灌漑→地下水位の上昇による湿害を受けることになる。後者による湿害に対しては、1本の排水路に支配される水田群を転換（集団転作）して、排水路水位を下げて、地下水位の上昇を防ぐ必要がある。

表1 韓国水田土壌の土性別分割合

(%)

区 分	Clay	SiCL	CL	SiSL	SL	S	G	SG
京 畿 道	6.0	12.2	20.5	12.4	41.0	0.7	5.3	1.9
江 原 道	9.4	1.5	14.9	1.5	51.2	0.8	9.5	12.4
忠 清 北 道	5.2	10.1	25.4	0	47.3	1.6	4.8	5.6
忠 清 南 道	6.8	14.6	36.7	9.5	24.4	1.9	5.1	1.0
全 羅 北 道	11.5	15.3	23.5	15.0	23.8	1.9	6.8	2.0
全 羅 南 道	12.7	15.2	43.8	5.5	14.2	0.4	7.8	0.5
慶 尚 北 道	9.3	15.4	35.8	0.3	26.6	2.9	7.3	2.4
慶 尚 南 道	6.0	25.4	37.3	1.0	11.6	1.1	16.4	1.2
韓 国 合 計	8.8	15.4	32.0	6.3	25.9	1.5	7.8	2.2

畑作物の栽培に必要な深さ（多くの作物では50cm以下）まで地下水位が低下した次の段階では耕盤層の物理を調査して、必要な管理を行う必要がある。水田では、代かきにより土壌粒子が分散し、小さな孔隙を埋めると共に、作業機械による圧密などにより耕盤が形成されている。耕盤は、水田の減水深を適正にする役割や、田植機の走行を安定させる役割を持っているが、水田から畑へ転換する際は、次のような問題の原因となる。

- (1) 畑作物の栽培には、降雨後も迅速な排水により、作物根域の気相率を一定以上に維持する必要があるが、耕盤の透水性が小さいと、耕盤上に水が停滞して湿害が生じる。
- (2) 耕盤の土壌硬度が一定（24mm）以上であると、作物根の伸長が阻害されて、根域が浅くなり、養分吸収、水分吸収が十分でなくなる。養分吸収については、施肥により対応できるが、水分吸収については、畦間灌漑、地下灌漑などの対策を用いることのできる圃場は少ないで

あろう。従って、降雨量の分布、易有効水分量、下層からの水の毛管上昇量などを考慮して、耕盤破碎による根域拡大の必要性を判断するべきである。

今回派遣された嶺南農業試験場植物環境科では、試験場の近くに土壌の異なる2ヵ所の現地試験地を設けて田畑輪換試験を行っている。そこで、試験地の土壌、地形条件から地下水位制御上の問題を指摘した。また、植物環境科の試験成績および新たに行った耕盤層の物理性の測定結果を基に耕盤管理の必要性を考察した。さらに、田畑輪換における作物の増収効果の解析をpH7リン酸緩衝液抽出液による可給態窒素の簡易分析を用いて行った。

2. 現地試験圃場の土壌、地形条件からみた地下水位制御2ヵ所の試験圃場の特徴は、次のようである。

表2 試験圃場の特徴

地名	地形	土性
漆谷	棚田(2~7%傾斜)	埴壤土
江西	河川敷の平坦地	砂壤土

1) 河川敷の平坦地帯

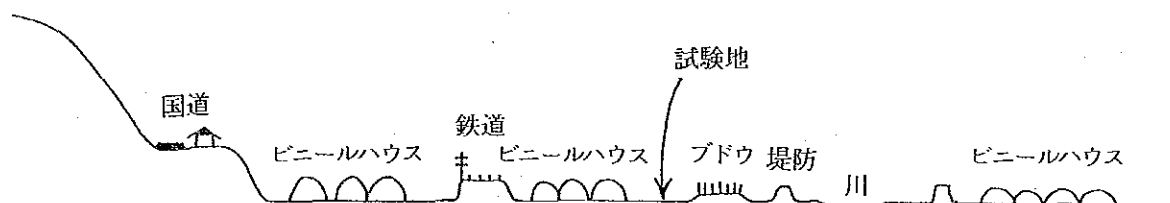


図1 現地試験圃場の地形(その1:江西)

冬作物の栽培期間(非灌漑期間)の地下水位は、低い(1.5m)が灌漑期間には、地域全体の地下水位が上昇(0.5~0.1m)する。下層の土性は砂質であり、用排水路の分離が不十分であるために、夏作物(畑作物)の栽培には、図2のような転作の集団化が望ましい。集団化が行われた場合は、排水路水位を下げるので、弾丸暗渠が有効になる。集団化が不可能な場合は、非灌漑期間には、心土破碎が有効である。灌漑期間には、地下水位が低い圃場では心土破碎の効果があるが、地下水位が高い圃場では水を圃場内に導き負の効果をもたらすので表面排水を促進する明渠と畦立て栽培を併用する。

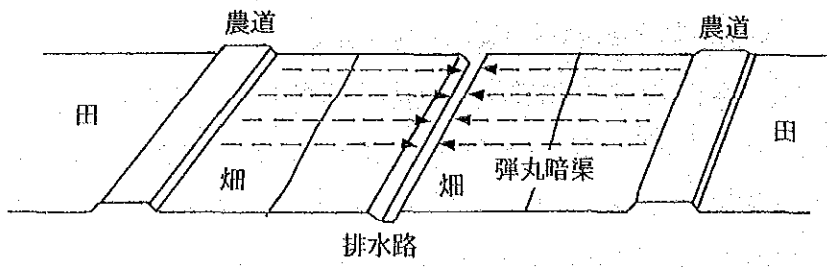


図2 集団転作

2) 緩傾斜地の棚田

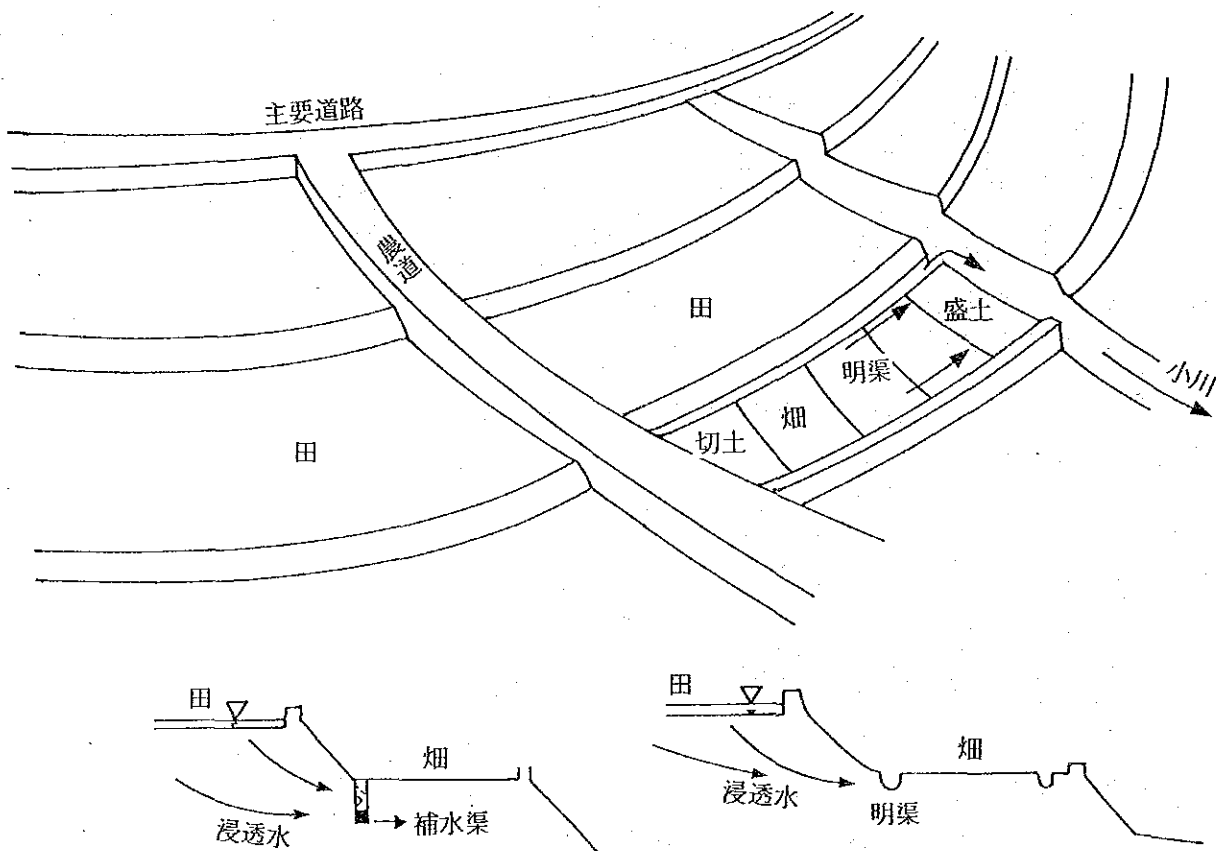


図3 現地試験圃場の地形 (その2 : 漆谷)

図3は、緩傾斜地にある試験圃場の水利環境を示している。土性は、CLであるが、1～3 cm角礫を多く含んでいる。事前に基盤整備が行われており、農道側が切土部分である。このため、切土部分では、礫を多く含む土層が浅く、盛土部分で深くなっていると観察された。基盤整備後であるため、作土下の土壤構造は変化している過程であると考えられるので、後述する耕盤層の調査結果は、この地域の土壌の特徴を十分に表わしていないかもしれない。

次に礫を多く含む層が、水の流水道になっている場合もあると考えられ、その深さが、上位田からの浸透水の影響の大小に関連するであろう。

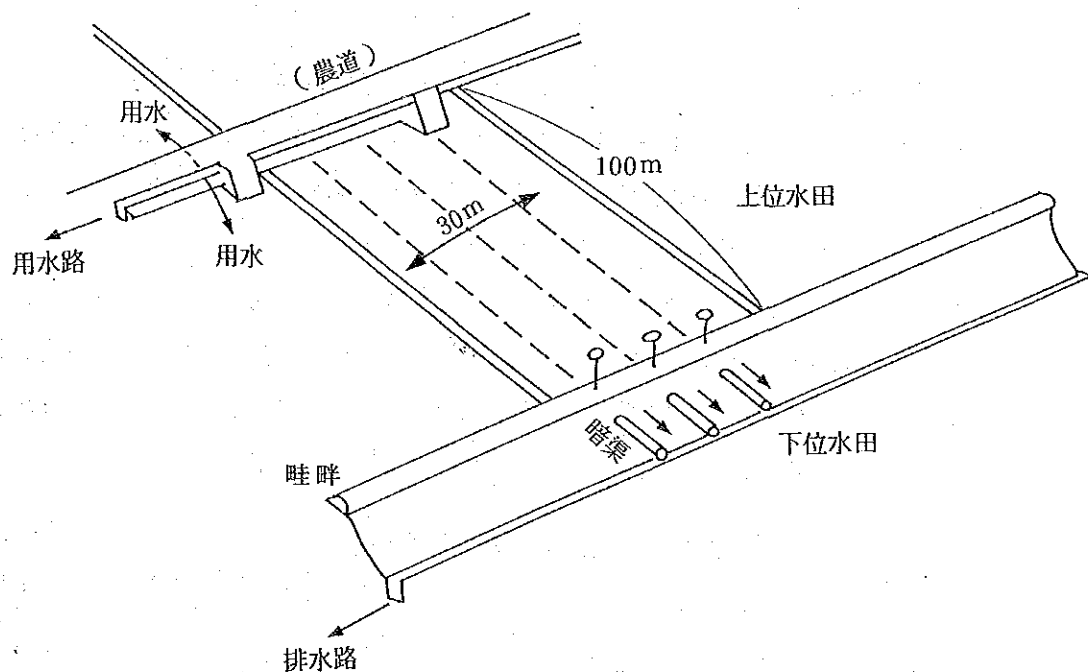


図4 傾斜地水田の用排水路の配置 (日本)

このような地形の圃場では、上位田からの浸透水影響を除けば、灌漑期、非灌漑期のいずれの地下水位も低く、(夏：1 m、冬：1.5～2.0 m)、1筆毎の田畑輪換の実施が容易である。傾斜地であるため、圃場に隣接して排水路があれば、浅い明渠による表面水の排除は容易である。上位水田からの浸透水に対する対策は、図3の下に示したように明渠もしくは暗渠による。下層土の透水性が良好で、耕盤の透水性が低い場合は、心土破碎が有効であり、下層土の透水性が不良であれば弾丸暗渠により排水路へ排水する。傾斜地の基盤整備圃場の形は、日本の場合と異なる(図4)ので、表面排水が容易である。営農規模によっては、畦立てによる排水で十分かもしれない。

3. 嶺南作物試験場の水畑輪換試験結果についての考察

「田畑輪換の基盤技術開発研究」中間報告書（1988～1990年）をもとに、検討すべき問題点を摘出した。供試圃場の土壌と地形については、前項で述べた通りである。

1) 水稲の施肥量と水稲の収量

両土壌とともに、水稲に対する窒素肥料量の合計は、15kg/10aである。収量水準が、550kg/10aであるので、水稲の窒素吸収量は、11kg/10a程度と推定される。肥料の利用率を、基肥30%、追肥70%と仮定して土壌窒素の吸収量を試算すると次のようになる。

$$15 \times 0.5 \times 0.3 + 15 \times 0.5 \times 0.7 = 7.5 \text{ kg/10a (肥料からの吸収量)}$$

$$(11 - 7.5) = 3.5 \text{ kg/10a (土壌窒素吸収量)}$$

また、別に、埴壤土（CL）の無肥料水田（連続水田区）の収量から試算すると、5kg/10a程度になる。しかし、砂壤土（SL）圃場の無肥料区の収量は、440kg/10a程度と大きい。8.8kg/10a程度の窒素吸収量と推定されるが、有機物含量の少ない土壌であるので、土壌無機化窒素以外の窒素の供給源があると想定される。

砂壤土（SL）では、標準肥料区の倒伏が著しく、登熟歩合が低く、明らかに施肥量が多すぎる。50%減肥区でも倒伏が生じている。このため砂壤土（SL）の収量は、埴壤土より低い。土壌窒素以外の窒素の供給源としては、灌溉水、毛管上昇した地下水が考えられるので検討する必要がある。

表2 田畑輪換による水稲収量の変化
(嶺南作物試験場 1990年)

土 壤	作 付 体 系	施肥量 (標準窒素: 15kg/10a)		
		標 準	減肥(-50%)	無肥料
埴壤土 (CL)	田 田 田 (大麦→水稲)	486.4 (100)	436.9 (100)	285.3 (100)
	畑 畑 田 (麦・大豆→麦・水稲)	550.7 (113)	573.5 (131)	305.9 (107)
	畑 畑 田 (玉ねぎ・大豆→玉ねぎ・水稲)	598.0 (123)	526.1 (120)	351.2 (123)
	砂壤土 (SL)	479.9 (100)	511.5 (100)	439.5 (100)
砂壤土 (SL)	畑 畑 田 (麦・大豆→麦・水稲)	489.7 (102)	498.3 (97)	440.6 (100)
	畑 畑 田 (玉ねぎ・大豆→玉ねぎ・水稲)	513.2 (107)	509.1 (99.5)	438.5 (99.8)

()は連続水田を100とした指数

2) 水麦・麦・玉ねぎの生育・収量に及ぼす田畑輪換の効果

埴壤土（CL）における水稻の収量は、表2のように対照区（稲・麦二毛作）よりも輪換田で増収している。施肥区、無肥料区共に明らかであるが、砂壤土（SL）では明らかな傾向がない。収量構成要素でみると、埴壤土（CL）の輪換田では穂数、1穂粒数が対照田よりまさる傾向がある。砂壤土（SL）でも同一の傾向があるが、倒伏の影響を受けたために、増加につながらなかった。

次に、大麦の収量に及ぼす影響をみると、埴壤土で大きい（表3）。玉ねぎについても同様である。

表3 田畑輪換による大麦・玉ねぎの収量の変化

土 壤	作 付 体 系	大麦 (kg/10 a)	玉ねぎ (kg/10 a)
埴壤土 (CL)	田 田	453	2,487
	(大麦→水稻)	(100)	(100)
	畑 田	523 (115)	
砂壤土 (SL)	畑 畑	656 (145)	4,216 (170)
	田 田	541 (100)	2,460 (100)
	畑 田	550 (102)	
	畑 畑	558 (倒伏) (103)	3,605 (147)

以上のような埴壤土における顕著な田畑輪換に伴う増加の要因としては、夏に栽培した大豆の残渣の影響、土壤の乾燥による無機化窒素量の増加、土壤物理性の改善による根域拡大、排水促進が考えられるが、大きいものは前の2つであると考えられる。

3) 土壤物理性の田畑輪換による変化

嶺南作物試験場植物環境科では、物理性に関する調査項目として、水中沈定容積、三相分布、塑性限界/pF1.8含水比土壤亀裂の発達程度、碎土性を取り上げている。いずれも粘質な土壤でないために明瞭な変化を把握することは、困難であると思われる。埴壤土では、水中沈定容積が畑にすることで減少した。白色塗料を流して亀裂を測定した結果、埴壤土、砂壤土の両土壤において連続水田の10~20cmの層の亀裂面積が少ないことが明らかになった。特に砂壤土では、耕盤の形成により白色塗料は10cm以下に浸透しなかった。

砕土率のデータによると、埴壤土の対照区でも9.5mm以下の土塊比率は、冬作物の播種時に80%以上と高い。しかし、夏作物の播種時の砕土率（9.5mm以下の土塊比率）は、埴壤土の連続水田で50%と低い。また砂壤土の砕土率が夏作前に最も低くなるのは、地下水位が既に上昇しているためと考えられる。

4) 派遣期間の間に検討する内容について

嶺南作物試験場で得られた試験結果をもとに前述の1)~3)項のような考察を行った。短期間に検討できる内容とし耕盤層の物理性の変化（特に砂壤土に問題が想定された）及びpH7リン酸緩衝液抽出窒素による可給態窒素の変化（特に埴壤土で変化が想定された）を取り上げることにした。

4. 田畑輪換圃場の耕盤層の物理性及び可給態土壤窒素量の変化

1) 目的

土性を異にする2ヵ所の田畑輪換圃場（現地試験）における耕盤層の物理性の変化を測定し、耕盤管理技術の導入の必要性を検討する。また、可給態土壤窒素量の変化を測定して、田畑輪換による作物の増収効果の要因とその大きさを検討する。

2) 方法

(1) 耕盤層の物理性の測定

大麦が生育している圃場に小さな試抗を掘り、耕盤層およびその直下の層から100cc採土円筒を用いて未攪乱試料を採取した。山中式硬度計を用いて、耕盤層とその直下の層の土壤硬度を測定した。

また、耕盤層の透水性を明らかにするために、作土を取り除いた後に直径20cmの金属円筒を深さ17cm程度まで耕盤層に打ち込み、インテークレートを測定した（図5）。

以上の測定は、埴壤土（CL）、砂壤土（SL）の両試験圃場の試験区内、水田連続区（大麦・水稻）、畑連続区（大麦・大豆3年）の2区について行った。未攪乱試料については、pF1.5で排水される粗孔隙量を砂柱法により測定した。

(2) 可給態土壤窒素量の測定

可給態土壤窒素量の測定は、樋口注1)の方法を小川注2)が普及所において利用できるように簡易化した方法を用いていった。即ち、pH7のリン酸緩衝液により風乾土から有機態窒素を抽出する。この有機態窒素は、タンパク質と多糖類の結合した高分子物質であることが認められている。抽出された窒素の量は、420mmの吸光度と抽出窒素量の相関関係から計算した（図6）。

この抽出窒素量と、畑もしくは水田状態の培養により無機化する窒素量の相関が大きいことが認められている（図7、8）。

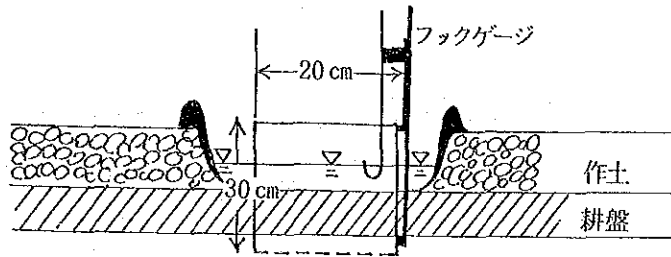
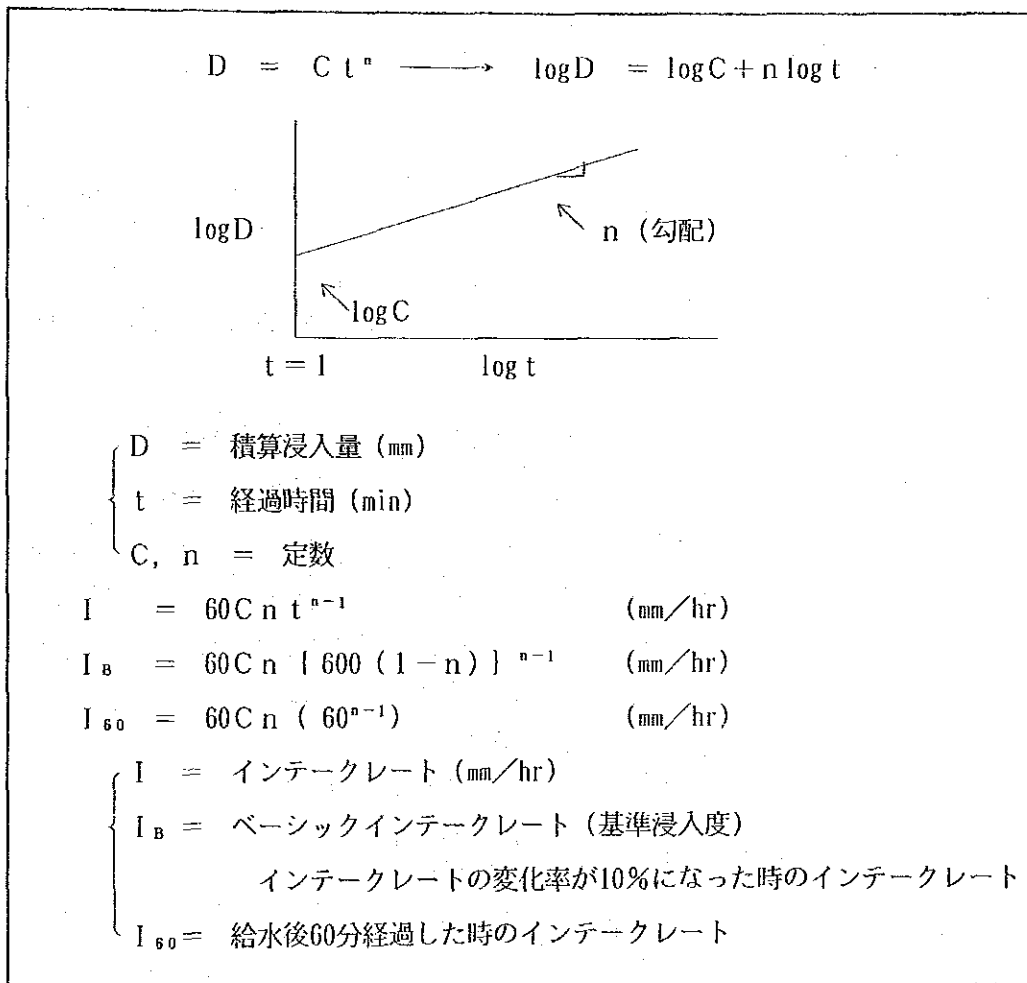
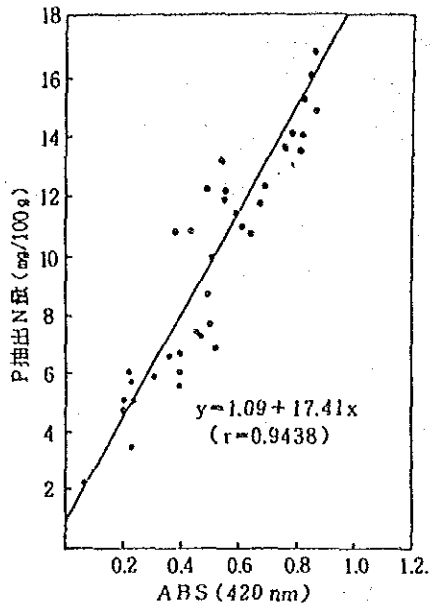
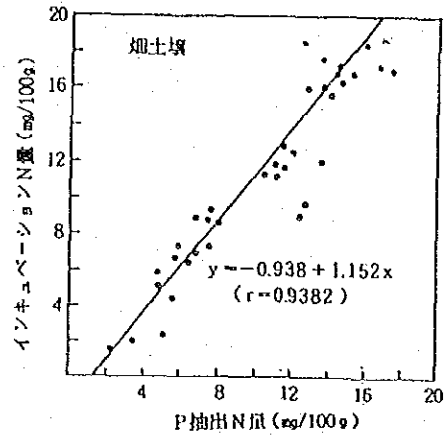


図5 耕盤層のインタークレートの測定

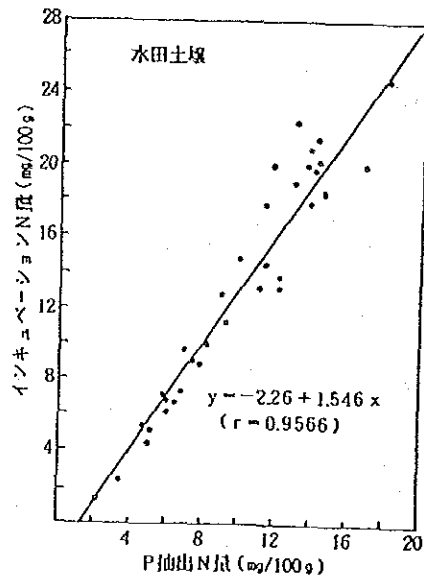




第6図 抽出窒素量と吸光度の関係



第7図 インキュベーションN量と抽出N量との関係 (畑)



第8図 インキュベーションN量と抽出N量との関係 (水田)

具体的な測定の手順は次のようである。

① pH7.0リン酸緩衝液の作り方

リン酸一カリウム (KH_2PO_4) の9.078gを1ℓの蒸留水に溶解する(1/15M溶液)。リン酸二ナトリウム ($\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) の11.876gを1ℓの蒸留水に溶解する(1/15M溶液)。リン酸一カリウム溶液390mlと、リン酸二ナトリウム溶液610mlを混合し、pHを7.0に調整する。

注1：樋口太重(1983)：土壤中における施用窒素の有機化と再無機化、農技研報告、B34、1～81

注2：茨城県農業試験場(1991)：平成2年度成果情報

② 抽出と測定

風乾土20gを三角フラスコ(250～300ml)へ入れ、pH7リン酸緩衝液100mlを加えて、室温で1時間振とう後に濾過した(TOYO No.6濾紙)。420nmの波長を用いて抽出液の吸光度を測定した。前述の回帰式(図6)により可給態(抽出)窒素量を計算した。

3) 結果と考察

(1) 耕盤層の物理性

砂壤土の耕盤層の三相分布をみると、水田、畑ともに、耕盤層の下層より気相率が小さく、固相率、液相率は耕盤層が大きかった(表4)。

転換畑の耕盤層の固相率は、転換の当初に土壤の乾燥、収縮により増加する例が多いが、この土壤では水田の時から仮比重が大きいため、畑連続圃場で多いが、土性の違いがある可能性がある。

粗孔隙については、畑連続圃場が少なく、pF1.5で必要な5.0%以下であった。また、土壤硬度は耕盤層が、その下の層よりやや大きく、特に連続水田では根の伸長が阻害される値(24mm)に近く、耕盤層の下に伸びた麦の根が少ないという観察結果と一致した。

表4 田畑輪換圃場の耕盤層の物理性

測定 1991.3.29

土 壤	来 歴	深 さ (cm)	仮比重	三相分布 %			粗 孔 隙 %	土 壤 硬 度 (mm)
				気相	液相	固相		
砂 壤 土	連 続 水 田	20～25	1.42	9.7	36.6	53.7	7.2	23.9
		30～35	1.31	19.0	31.4	49.6	8.1	22.8
砂 壤 土	畑→畑→畑	17～22	1.37	3.71	44.5	51.8	2.0	22.8
		30～35	1.30	9.0	41.5	49.4	4.4	21.6
埴 壤 土	連 続 水 田	12～17	1.36	10.3	38.7	51.0	9.3	17.3
		畑→畑→畑	15～20	1.36	16.3	32.6	51.0	14.7

埴壤土では、耕盤の下の層の試料の採取は、角礫が多く含まれるために不可能であった。耕盤層の気相率、粗孔隙の量は、連続水田に比較して輪換畑で増加した。しかし、固相率には変化が認められなかった。また、土壤硬度は、水田、輪換畑のいずれの耕盤層も根の伸長を阻害する値以下であった。

次に、耕盤層のインタークレートをみると、埴壤土では、水田、輪換畑のいずれもかなり大きな値であった（表5）。数十mmの降雨があっても、耕盤上に停滞水が生じることはない値であり、現状では耕盤処理の必要性はないと考えられた。給水開始60分後のインタークレートを比較すると、砂土壌のインタークレートは埴土壌の1/10程度であったが、概算すると 1×10^{-4} cm/secのオーダーの透水係数になる。通常の降雨に対しては、十分な透水性があると判断できた。いずれの圃場も畦巾90cm、畦高さ7cmの麦の畦立て栽培を行っており、排水上の問題は、冬作期間は少ないと考えられた。問題点としては、畦巾を5m程度まで拡げて麦を播種する面積を多くすることにより、単収を高めることが可能かどうかという点である。麦の収穫前に周辺の水田の灌漑が始まっているならば、湿害回避のために現状の畦の形態が必要であるとも考えられるが、判断はできない。

表5 田畑輪換圃場の耕盤層の透水性

1991. 4. 1

土 壤	作付体系	反 復	インターレート定数		ベ-シック インターレート (mm/hr)	60分後の インターレート (mm/hr)	土壤硬度 (mm)
			C	n			
埴 壤 土 (CL)	田→田→田	1	12.59	0.80	232	266	17.3
		2	12.02	0.88	368	378	
	畑→畑→畑	1	45.7	0.74	546	700	14.4
		2	9.1	0.91	348	344	
砂 壤 土 (SL)	田→田→田	1	5.75	0.52	11.8	25.1	23.9
		2	0.72	0.86	19.9	20.9	
	畑→畑→畑	1	2.29	0.85	59.5	63.2	22.8
		2	1.17	0.82	25.6	28.3	

注) $D = C t^n$

以上の結果から、砂壤土の圃場では、畑へ輪換する際に耕盤を破碎することによる根域拡大の効果がたとえ予想される。根域拡大の効果は、登熟期間の麦が根域が浅いことによる水分ストレスを受けている場合に明瞭になると考えられる。耕盤層の不飽和透水係数を測定する方法などにより、下層からの水の移動量を推定して、蒸発散量と比較してみることが必要である。この検討によって耕盤破碎の効果がたとえ判断されても、周辺水田の灌漑が開始された後の圃場の地下水位が50cm以下でなければ、圃場内に水を引き入れる結果になり、かえって逆効果になると考えられる。

埴壤土の圃場は、基盤整備後の圃場であるので、今後耕盤層の物理性がどのように変化するかについて注意する必要がある。また上位水田が灌漑期間に入った後の浸透水の動きが、何らかの排水対策を必要とするかどうかの鍵となる。

(2) 可給態窒素量の変化

pH7リン酸緩衝液で抽出される可給態窒素量は、埴壤土が砂壤土より多かった(表6)。また、無肥料区についてみると、埴壤土では、連続水田の土壌より輪換田、輪換畑の可給態窒素量が多い傾向がみられた(図9)。しかし、砂壤土では明らかな傾向は認められなかった。1991年3月29日に調査した分けつ数と可給態窒素量の間には有意の相関があった(図10)。

可給態窒素と硝酸態窒素の含量と分けつ数との相関(図11)をみると、埴壤土の方が高い値である。無肥料区のデータのみについて相関関係をみると、埴壤土の方が砂壤土よりも明らかな相関関係が認められるが、最終的な収量もしくは成熟期の窒素吸収量と可給態窒素量との関係を検討するべきであろう。今回測定した可給態窒素量は、採取日から麦の成熟期までは無機化する窒素量とは一致しないが、高い相関がある値であると考えられる。

表6 pH7リン酸緩衝液抽出窒素の分析結果

1991.3 彩土

試験区	施肥	吸光度1	吸光度2	平均	P抽出窒素量	No-N(mg/100g)
CL-田田田	標準	0.462	0.536	0.499	9.78	7.0
	無肥	0.357	0.325	0.341	7.03	1.7
CL-畑畑畑	標準	0.598	0.590	0.594	11.43	8.8
	無肥	0.419	0.355	0.381	11.83	1.9
CL-畑畑田	標準	0.628	0.636	0.632	12.09	10.6
	無肥	0.476	0.529	0.505	9.84	1.9
CL-畑畑畑	標準	0.504	0.500	0.502	9.83	10.2
	無肥	0.424	0.514	0.469	9.26	1.9
SL-田田田	標準	0.322	0.315	0.318	6.64	9.5
	無肥	0.292	0.262	0.267	5.74	1.9
SL-畑田畑	標準	0.318	0.355	0.336	6.75	8.1
	無肥	0.322	0.310	0.316	6.57	1.6
SL-畑畑田	標準	0.273	0.180	0.226	5.03	12.6
	無肥	0.231	0.232	0.232	5.12	1.6
SL-畑畑畑	標準	0.284	0.274	0.279	5.75	5.2
	無肥	0.235	0.278	0.256	5.56	1.9

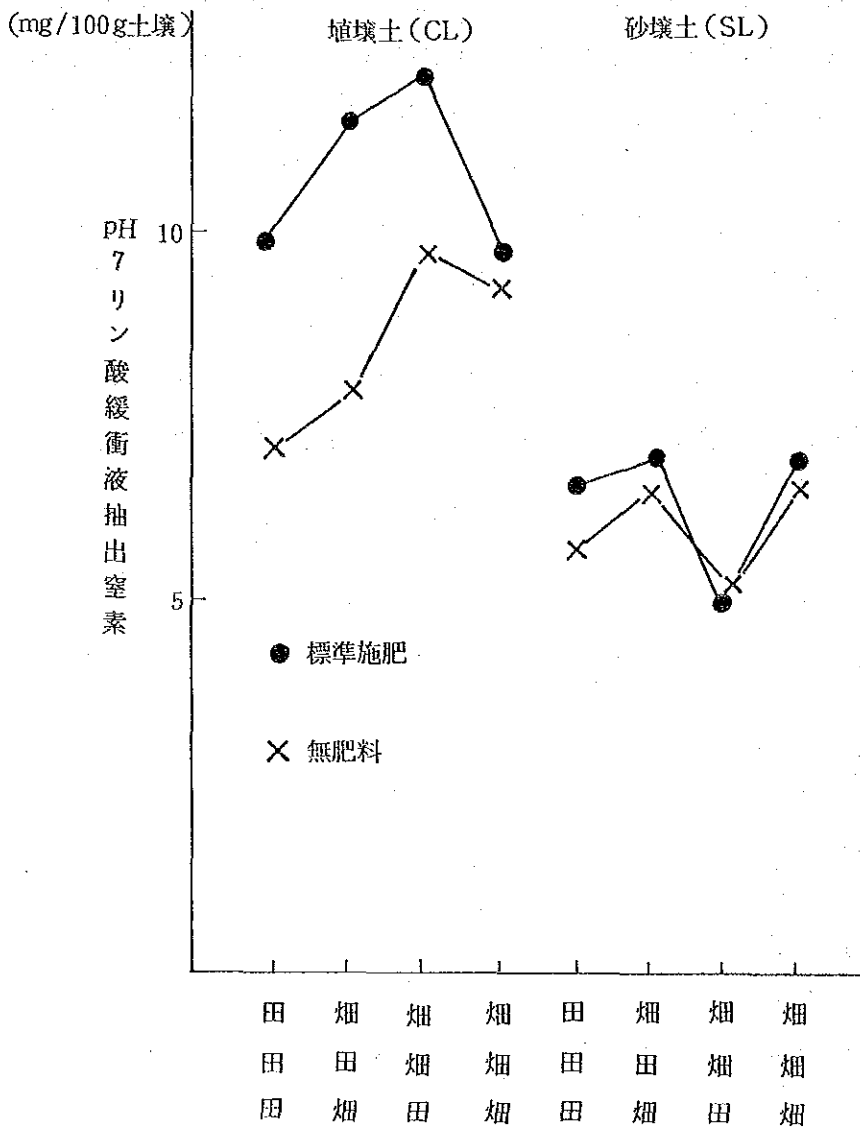


図9 田畑輪換圃場のpH7リン酸緩衝液抽出窒素の変化

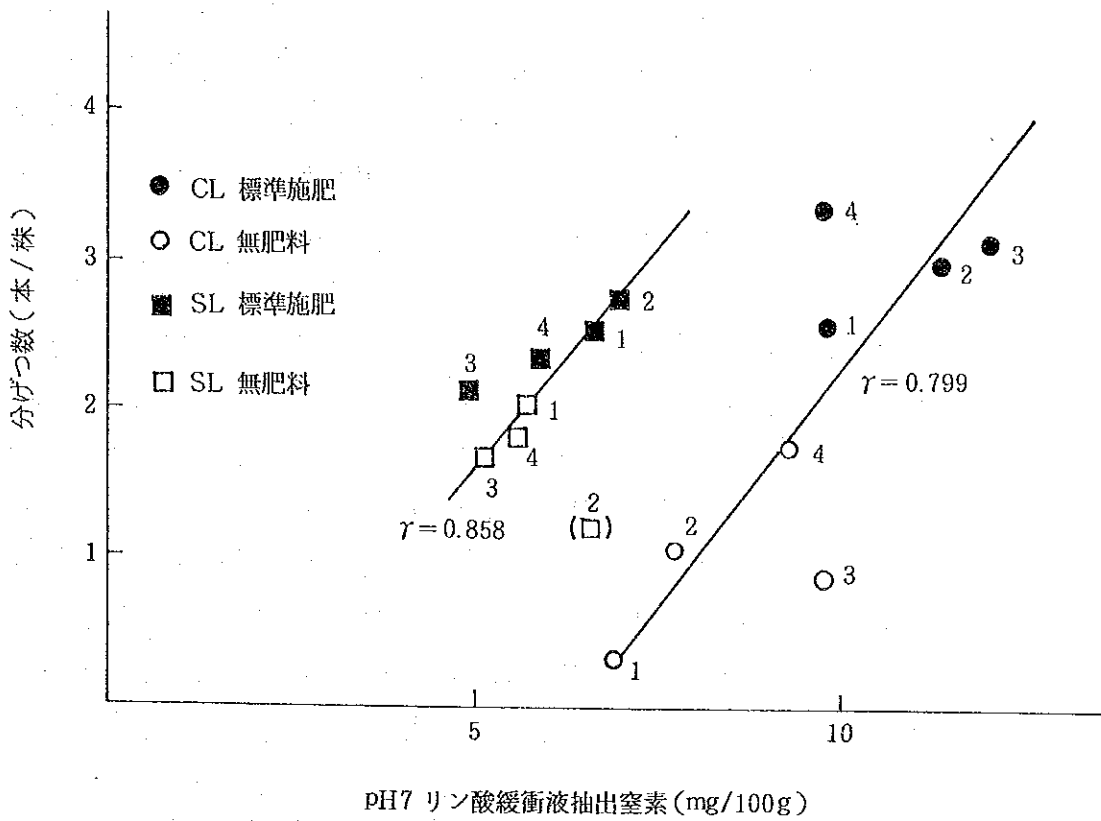


図10 田畑輪換圃場のpH7リン酸緩衝液抽出窒素と大麦の分げつ数
 注) 1 : 田田田、2 : 畑田畑、3 : 畑畑田、4 : 畑畑畑、分げつ数は3月29日調査

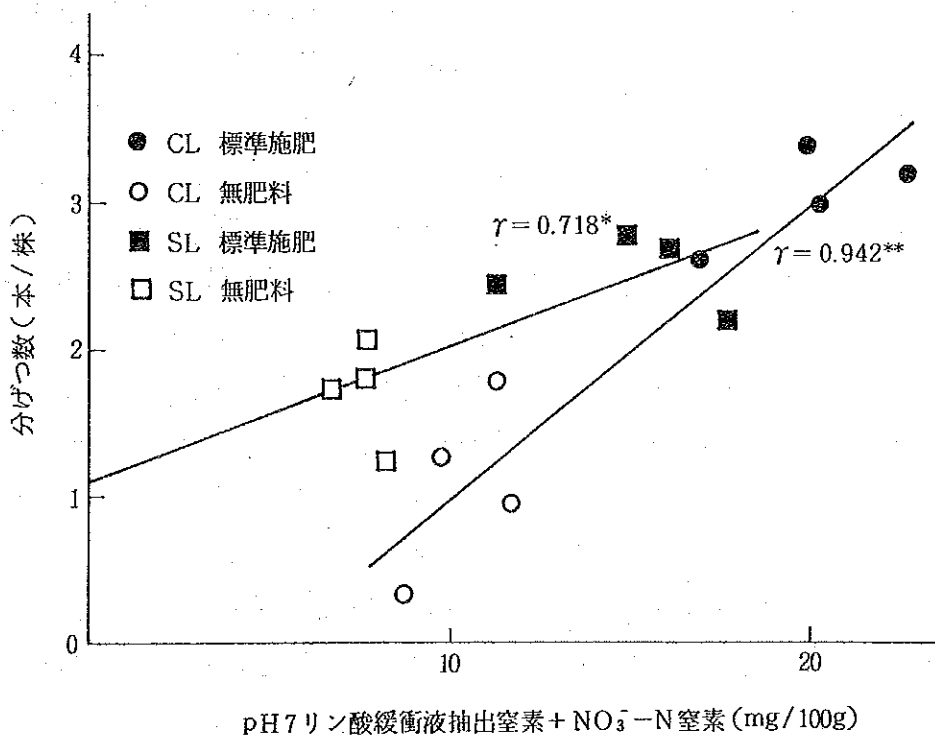


図11 田畑輪換圃場の抽出態窒素と硝酸態窒素の含量と分げつ数

以上のように、田畑輪換が土壤窒素無機化量に及ぼす影響は、埴壤土が砂壤土よりも大きかった。この原因としては、土壤有機物含量の違いが考えられる。夏作として栽培した大豆残渣による窒素供給量の増加（日本における評価は2～3 kg/10 a）も含まれると考えられるが、データの乱れがあって判断ができなかった。成熟期の作物のデータと、今回測定した可給態窒素量を比較する必要がある。

(3) 今後の問題点

密陽周辺の水田地帯における代表的な2つの土壤タイプの圃場について調査を行った結果から、次の点が問題点としてあげられる。

① 河川敷の砂壤土地帯における、農区単位の田畑輪換システム、用排水管理のシステム

この地帯では収益性の高い野菜、果樹の栽培が行われているので、現状では農区単位の圃場管理は採用されないと考えられる。夏作物に水稲を栽培することが冬～春の野菜作に必要なためであるが、農区単位の管理により夏～秋にかけて有利な野菜の栽培が可能になれば、野菜畑期間を2～3年継続することを検討するべきである。この場合は、連作障害の発生と、塩類集積の進行を調査して、適切な田畑輪換システムを作成することになる。

② 野菜栽培あとにおける水稲の適切な施肥設計と大豆栽培あとの大麦の適切な施肥設計

今回用いたpH7リン酸緩衝液抽出法とカード型センサーによる残存する硝酸態窒素の迅速測定を組み合わせ、水稲および大麦の適切な施肥設計が可能になると考えられる。日本では反応速度論的な窒素無機化パターンの解析による施肥設計も行われているが、前述した反応が迅速である。日本ではコシヒカリのような耐倒伏性の弱い品種を栽培するために苦勞をしているが、韓国の品種の方が耐倒伏性は優れると思われるので、栽培管理は容易と考えられる。

③ ハウス地帯における養分の動態と、地下中の養分濃度

今回、ハウス栽培における施肥量などについての具体的な調査はなかったが、施肥効率を高めて、河川への養分の流出を抑制するためにも、動態を把握する必要があると感じられた。

④ 傾斜地帯における上位水田からの浸透水の影響の把握

上位水田に隣接した地点の土壤水分ポテンシャルの深さ別分布などの調査により上位水田からの水の浸透の影響を把握するとともに、圃場内の単収の分布から湿害の影響を把握して、浸透水の遮断の効果を検討する必要がある。

⑤ 圃場の透水性の評価をもとにした、適切な排水溝の間隔の検討

透水性に応じて排水溝の間隔、畦立ての必要性を検討して、実質的作付面積を拡大して増収を図る。

5. 要約

1) 嶺南作物試験場・植物環境科が「田畑輪換作物導入時の土壌特性変化研究」を行っている2ヵ所の現地試験圃場及びその周辺の地形、土壌、水利条件から排水対策上のキーポイントをまとめた。

① 河川敷の平坦地帯では冬作期間（非灌漑期間）の地下水位は低い、下層土の透水性は良好なので夏作期間（灌漑期間）には上昇すると想定される。夏作に畑作物を栽培して、安定多収を得るには、農区単位のローテーションが有効になる。

② 緩傾斜地帯の水田では地下水位は低い。十分な深さ（50～60cm以上）のある排水路に接している場合は表面排水も容易であるが、上位にある水田からの浸透水に対する対策が必要になる。

2) 耕盤層の物理性を耕盤層の下の層と比較すると、砂壤土の水田、輪換畑のいずれも、気相率が小さく、固相率が大きかった。また、輪換畑土壌の粗孔隙が50%以下と少なかった。

水田の耕盤層の土壌硬度は、根の伸長が阻害される24mmに近い値であった。他方、埴壤土では、耕盤層の気相率、粗孔隙が輪換畑（3年目）で増加した。土壌硬度には問題がなかった。

耕盤層の透水性は、埴壤土が砂壤土より大きく、湿害が生じる危険性はなかった。砂壤土でも通常の降雨に対しては問題のない透水性であった。

以上のことから、灌漑期間にも地下水位が50cm以下に維持される砂壤土の輪換畑では、畑初年目に心土破砕などの耕盤管理を行うことが根の伸長を拡大するために有効であると考えられた。

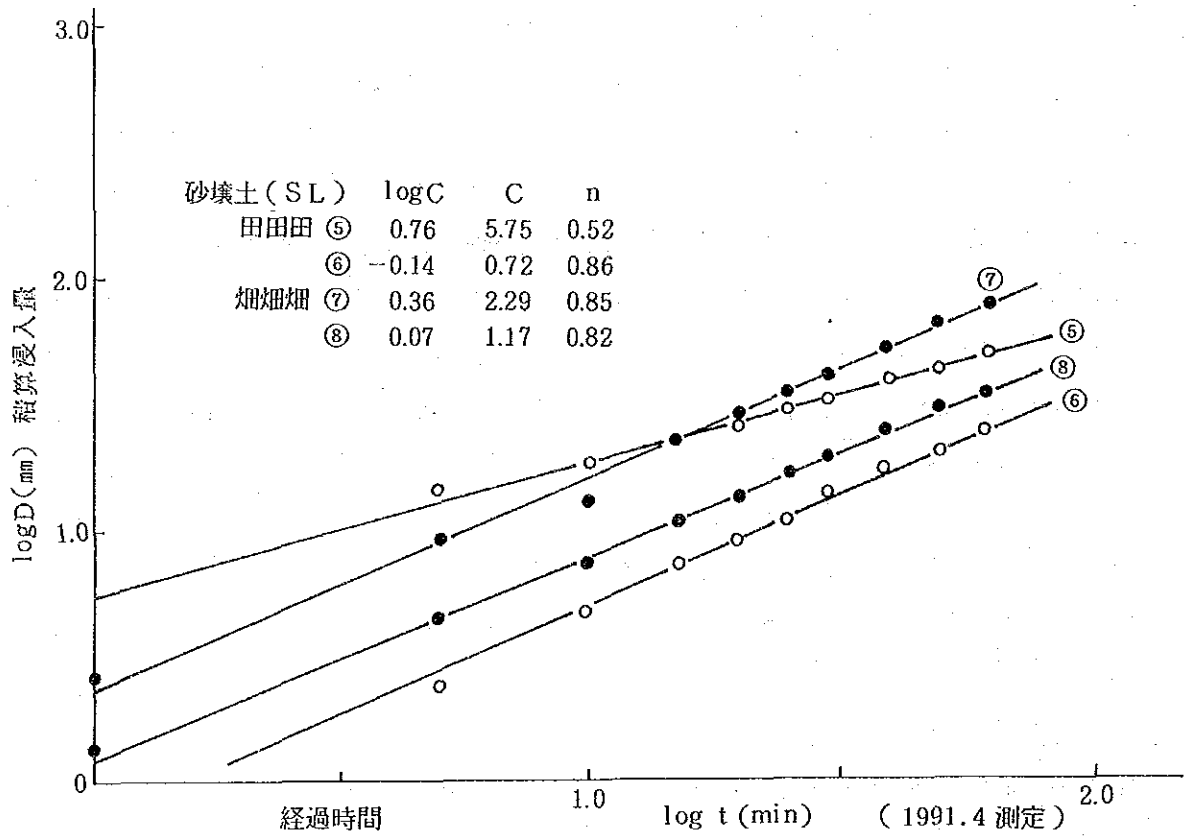
3) 埴壤土では、水田に比較して輪換畑の可給態窒素量が明らかに増加したが、砂壤土では明らかでなかった。埴壤土では、無肥料区の大麥の分けつ数（3月29日調査）と可給態窒素量との間に相関関係がみられたが（一部データに乱れがある）、成熟期の調査結果と可給態窒素量との相関関係を再度検討することが必要である。

6. おわりに

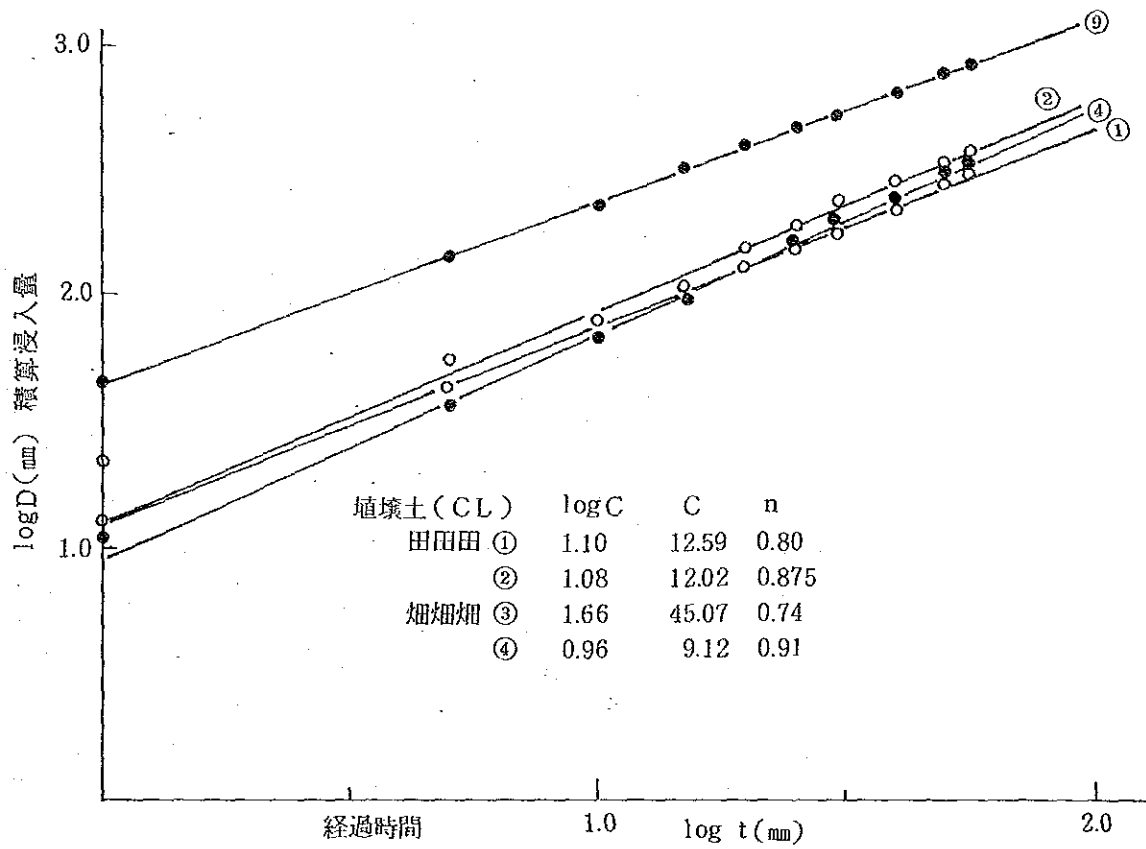
密陽付近から釜山にかけて、延々と続くビニールハウス群を見て驚いた。排水が良く、また、水田にすることで連作障害を回避できる適地に、次々と拡大していったことが想像される。

ハウス地帯の施肥量の合計量と吸収量、次年の水稻による吸収量、系外へ出ていく量などの収支を把握することは、研究としても、効率的施肥による環境保全の面からも重要であると思われた。

最後に、嶺南作物試験場 李場長、鄭植物環境科長、朴農業研究官には、多くの御指導及び御便宜を賜り、嶺南作物試験場の多くの方々から厚意を受けた。また、日韓農業共同研究団 大久保団長、本松専門家には多くの御配慮を賜った。各氏に心よりの深謝の意を表します。



参考図1 耕盤層のインテークレート



参考図2 耕盤層のインタークレート

JICA

E