

灌委員提出資料

愛知県農業総合試験場  
灌 勝俊

平成16年度

# 専門技術員現地調査研究報告書

# 愛知県における土壌診断機能の現状と今後の方向性

担 当 者 企画普及部専技グループ 瀧 勝俊  
企画普及部専技グループ 中村哉志  
協力機関 環境基盤研究部環境安全グループ  
全農林水産事務所農業改良普及課  
愛知県経済農業協同組合連合会

## 1 課題の背景と目的

生産者が農業改良普及課に最も期待する機能の一つとして「土壌診断」が挙げられている。また、環境保全型農業技術の定着においても「土壌診断」および「施肥診断」が有効な武器となっている。しかし、県下における農業改良普及課の土壌診断の現状は①土壌診断室の老朽化等により診断機器が使用不可能な状態となっているなど機能が低下している②普及員が土壌分析・診断を農協に任せている傾向が強いとかまたは役割分担が不明確である③実際に現地指導で必要となっているデータ（堆肥中成分、土壌の培養窒素など）は普及課の診断室では測定できない等である。そこで、各農業改良普及課の土壌診断機能（年間分析点数、機器の使用可能状況等）、他の指導機関との連携の状況について現状把握と他県の状況を調査することにより、今後の本県における土壌診断機能の方向性を検討する。

## 2 調査期間

平成 16 年 4 月～平成 16 年 11 月

## 3 実施場所及び調査対象

### (1) 実施場所

各農業改良普及課、経済連および群馬県・千葉県・神奈川県・長野県・大分県

### (2) 調査対象名

各農業改良普及課土壌診断室担当者、経済連肥料農業課及び調査県土壌肥料専技

## 4 調査内容及び方法

### (1) 調査内容

- ア 土壌診断室利用実績
- イ 土壌診断機器の現状
- ウ 他機関との連携状況
- エ 他県の土壌診断機能

### (2) 調査項目と方法

- ア 年間使用回数、診断項目（アンケート）  
各普及課に依頼し分析点数、備品の使用頻度、診断ソフト名等を調査した。また、経済連・JAについては経済連による調査結果を利用した。
- イ 土壌診断機器の現状（現地調査）  
農業経営課が各普及課に依頼した調査結果を利用した。
- ウ 他機関との連携（アンケート）  
各普及課に依頼し、土壌診断業務におけるJA等との連携について調査した
- エ 他県の土壌診断機能（現地調査）

千葉県・神奈川県・長野県・群馬県・大分県について各県の土壌診断体制に関する調査を行った。

## 5. 調査結果

### (1) 県内における土壌診断点数について

県内における土壌診断点数は、普及センターで9,158点、J A関係（経済連を含む）14,444点で合計 23,602点であった（表1、表2）。普及課における土壌診断点数を過去5年間で比較すると、漸減傾向であった（表3）。

### (2) 県内における土壌診断の実態と問題点について（種類、目的、診断ソフト、分析機器）

#### ア. 普及センター

普及センターにおける土壌診断の問題点と今後の土壌診断に対する意見・要望を表4にまとめた。

問題点として第一に、普及員の減少により土壌診断に係わる時間がとれなくなっていることがあげられる。従って、pH、EC、RQフレックスで測定できる硝酸以外は時間が確保できないといった意見が聞かれた。また、事務所の移転等もあり、診断機能が事実上ない普及課（2普及課）や、あっても普及課から離れており迅速な対応ができない普及課（2普及課）が存在した。また、振とう機・総合分析計・蒸留水製造装置を始め機器の老朽化が進み、使用不可能な分析機器が増加している。しかし、予算上、更新や修理ができないのが実態である。その上、高額な診断機器ばかりではなく簡易な診断機器のセンサーの更新もままならないといった実状がある。これらの実状や診断室が植物の障害診断や現地生育調査の準備室、病害虫予察業務の準備室としても活用されていることから運営予算の適切な確保が必要であるとの意見が複数あがった。

次に、現在分析数値を診断するために使用している土壌診断ソフト「土診あいち」については、「操作が難しい。」「J A営農指導員等が利用しづらい。」「花きは基準値が設定されている品目が少ない。」「ECやpHの分析方法の変更に伴う対応がなされていない。」などの指摘があった。

土壌診断の技術的な問題として、「土壌のサンプリングが正しくなされているか不安。」「大量の分析や培養窒素・微量元素・堆肥成分等の分析に対応した分析機器が整っていない。」「BB工場の分析では一定レベル以上の数値は表現されないため、塩類集積の程度がわからない。」「養液分析の基準値がない。」「培養によらない簡易な地力窒素診断法の開発を望む。」「CECが簡易に測定または推定できるようにしてほしい。」「堆肥の幼植物試験も含め成分分析が依頼できる体制にしてほしい。」等が挙げられた。

診断に対する要望は、養液・地力窒素・リアルタイム診断・微量元素・堆肥・土壌養液などこれまでの試料や分析項目以外に新たな分析、診断に対するニーズが高まっている。また、エコファーマー等行政対応的なニーズに関わる診断要望も増えている。

今後の土壌診断に対する意見・要望としては、「廃液を出さず、簡易かつ安価にできる分析法とそのデータ用いた土壌診断方法をマニュアル化してほしい。」「各普及課で分析する項目と試験場の共同利用施設などで分析した方が効率的である項目に分け、体制を検討してほしい。」といった限られた人員で効率的に要望に応えることが可能な分析法、体制への要望が強かった。これに関連し、普及課と農協は役割分担の明確化に関する要望も強かった。例えば「基本的な土壌分析は農協が行い、普及課は地力窒素の測定を行う。」「分析はJ A、診断は普及課といった分担を明確にする。」などである。

また、分析結果の活用については、現在普及員個々で行われているのが実態であり、「地域の土壌の特性について実情を把握するためのデータとして整理が必要」といった提案が

表1 普及課による測定診断試料点数

測定場所	測定区分	試料数	点数(項目数)
普及センター 土壌測定診断室利用	土壌診断	4075	14879
	栄養診断	1530	1790
	ロックワール等	1180	5160
	合計	6785	21829
農業総合試験場施設利用	土壌診断	1192	5063
	栄養診断	306	604
	ロックワール等	875	4822
	合計	2373	10489

表2 農協の土壌診断試料点数

J Aエリア	J A実施点数	県連実施点数	J A全体実施点数
尾張(12)	2380	563	2943
西三河(4)	622	3321	3943
東三河(5)	7481	77	7558
合計	10483	3961	14444

表3 測定診断点数(項目数)の推移

測定場所	測定区分	15年度	14年度	13年度	12年度	11年度	5か年平均
普及センター 土壌測定診断室利用	土壌診断	14879	14691	16594	18342	22884	17478
	栄養診断	1790	2190	1983	3620	5465	3009.6
	ロックワール等	5160	6356	4090	3369	3467	4488.4
	合計	21829	23237	22627	25331	31816	24967
農業総合試験場施設利用	土壌診断	5063	10842	10655	5828	6194	7716.4
	栄養診断	604	1154	1051	1841	2877	1505.4
	ロックワール等	4822	9068	6948	12499	12416	9150.6
	合計	10489	21064	18654	20168	21487	18372.4

肥料販売を行っている事例が増えている。

(2) 土壌診断に関する各機関との連携(実態と問題点)

各普及課からのアンケート結果を表5に集約した。定期的な土壌診断については、土壌採取はJ Aが行い(生産者が採取する場合もある)、分析はJ Aまたは経済連のB B工場で行う(J Aの職員がB B工場で行うこともある)。そして、診断は普及課で、講習会等現場指導はJ Aと普及課で実施している事例が多いことが明らかとなった。障害発生時の分析と診断については、まず普及課が対応し、解決できない場合は試験場に依頼する例がほとんどであった。しかし、東三河等地域によってはJ Aの診断体制が整っており、すべての分析・診断・現場指導をJ Aが行っている。反対に、東三河地域以外のJ Aの診断体制が整っていない地域では普及課がすべてを行っている場合が多い。また、小規模産地で農協との関わりが少ない農家の場合、普及課が分析・診断を行っている。また、最近需要が増えてきた堆肥については、堆肥利用推進協議会・経済連・民間などに分析を依頼する事例が多いが、普及課で対応している事例もある。また、培養室素の分析については手間と時間を要するため普及課で対応している事例が多い。堆肥や培養室素を分析する場合、普及課の診断施設では分析できないため、普及員が試験場で実施している場合が多かった。作物別では、重金属分析は試験場に依頼しており(作物)、養液の分析についてはpH,ECなど基本的なチェックは生産者が、詳細な分析についてはメーカーや普及課で行っていた(花き)。

あった。これらの結果を集約することで県内各普及課の分析結果のデータベース化を望む声もあった。イ. 経済連、J A

経済連のまとめによると、①土壌診断業務が県下全域で実施されておらず、処方箋に基づいた指導が行き届いていない地域があること②営農指導員が土壌診断業務を兼務している場合、組合員に対する営農指導が十分になされていないことが課題としてあげられている。

ウ. その他

今日では、大型ホームセンターやメーカーなどが独自で土壌分析を実施し、その結果に基づいた

第5表 土壌診断体制における役割分担の実態と問題点および改善点について

土壌分析・診断において項目等で役割分担をしている場合の実態等	<p>【共通】基本的には、定期的な土壌診断：土壌採取（生産者が採取する場合もある）・分析はJ AがB B工場で、診断は普及課で、講習会はJ Aと普及課で実施。障害発生時は普及課が対応、解決できない場合は試験場に依頼する。堆肥、培養基の分析は普及課で対応しているが分析は試験場で実施している。小規模産地で農協との関わりが少ない農家の場合、現在は普及課が分析している。地域によってはすべての分析を普及課が行っていたり、農協が行っていたりする。</p> <p>【作物】重金属分析は試験場に依頼。培養基等は普及課で対応し、試験場に出向き分析を</p>
問題点	<p>【共通】小規模産地で農協との関わりが少ない農家の場合、現在は普及課が分析しているが人員減の場合対応できるか心配。J Aに診断値を分析できる管農指導員がいない、農協ごとに土壌診断に対する積極性が異なる。土壌のサンプリングが正しくなされているか不安。大量の分析に対応できない。</p> <p>【作物】低価格がないため培養基を分析できない。</p> <p>【野菜】微量要素の分析が必要。B B工場の分析では塩類集積の度合いが測定しきれない。</p> <p>【花き】養分分析の基準値がない</p> <p>【果樹】土壌のサンプリングが正しくなされているか不安。微量要素の分析</p>
改善点	<p>【作物】地方産産の測定ができる機器を揃えてほしい。培養によらない簡易な地方産産診断法の開発を望む。</p> <p>【野菜】C E Cが簡易に測定または推定できるようにしてほしい。</p> <p>【花き】参考になる作物ごとの養分診断基準がほしい。簡易な分析機器を導入してほしい。</p> <p>【畜産】堆肥は試験場で分析できる体制にしてほしい。飼料配合の申請に必要な分析を依頼できるような分析センターを整備してほしい。その場合、動物試験ができる体制にしてほしい。</p>

問題点としては、今後人員が減った場合、現在どおりの対応できるかを懸念する声が多かった。J A関係においては、地域によって「診断値を分析できる管農指導員がいない。」などの意見があった。また、分析については「土壌のサンプリングが正しくなされているか不安。」「大量の分析に対応できない。」などの意見も聞かれた。

### （3）他県の現状と今後の方針

各県の土壌診断体制の現状と今後の方向性を表6に示した。全体的な傾向として、普及課での分析は①普及課題上必要な分析②障害等緊急性を要する分析③ pH、EC、RQ フレックス等簡易な診断機器で可能な診断項目を実施している。定期的な土壌診断については、市町村や各J Aが実施しているが実施しており、概ね全農の土壌分析施設で実施されている。その分析値の診断は普及課が行い、現場指導はJ Aと普及課で協力しながら実施している場合が多い。分析については、神奈川県のように「普及課で pH、EC を分析→全農で他の分析項目を分析・処方箋を作成→普及課で診断し結果を農家に伝達する（リレー分析）」といった連携をとっている県もある。分析手法については全農式で分析している県が1県、土壌標準分析法に基づいて分析している県が3県、併用している県が1県であった。いずれの方式をとるにしろ効率を最大限に考えた工夫が至る所になされていた。

目的別では、障害対応は全農等で対応している県もあれば普及課・試験場など県で対応している県もあった。その他堆肥の分析については、全農が事業の一環で行っている例があったが、その他については民間で行っているか、県の分析機関で依頼分析の形で行っているかどちらかであった。今後需要が増えるであろうカドミウムなど重金属の分析についても全農で対応している県が1県あった。分析時の精度が低いといった問題を解決する手段として、県域で精度管理を実施している県が2県、J A関係機関間で実施している県が1県あった。

診断に用いる診断ソフトについては、群馬、千葉、神奈川、長野などは県独自で開発したものを利用しており、他の県についても全農の土壌診断ソフトなどを利用していた。関係機関間の連携については神奈川県のように分析・診断・現場指導の流れの中で役割分担をしている事例がみられる他、土壌診断プログラムの開発・改良、展示ほ設置、土づくり研修会などを連携をとりながら実施している事例があった。また、土壌診断のデータの管理は全農など分析・処方箋の作成を担当している全農が行っている県が多かったが、その情報を県と共有して活用できる体制を整えている県は大分県のみであった。今後、県の土壌

表4 普及課における土壌診断体制に対する問題点と意見・要望等

項目	回答内容
分析点数(点/年)	土壌(5442)、作物体(2333)、堆肥等有機物(2110)、糞液(263)
目的別分析点数(点/年)	普及課題(878)、仮称(障害)(8)、仮称(診断)(9)
使用頻度の高い分析機器	ICQワックス(11)、RFI/メタ-Q(2)、総合分析計(5)、乗継系計(4)、上層三相計・上層硬度計(2)
現在使用不能な分析機器	塩と糖(3)、器具乾燥機、分注器(マイクロピペット)、オートピペレット、分光光度計、総合分析計、カーブデザイナー
普及課で主に利用している診断ソフト名	土診愛知(7)、エクセル(5)、その他、利用なし
現在使用不能な分析機器	塩と糖(3)、器具乾燥機、分注器(マイクロピペット)、オートピペレット、分光光度計、総合分析計、カーブデザイナー
普及課で主に利用している診断ソフト名	土診愛知(7)、エクセル(5)、その他、利用なし
問題点	<p>①普及員数が減少し、効率的な普及活動が求められている中で、土壌分析に係わる時間が長い。特にpH・EC以外の土壌診断項目は分析に膨大な時間を要し、負担が大きいが、分析まで手が回らない。</p> <p>②作業上、診断機器のセンサーの更新等が困難に行えない。土壌診断用機のみならず、堆物の履歴診断や現地生育調査の準備室、新芽も子繁業務の準備室としても活用されるので、運営予算の適切な確保が必要。浄水装置や総合分析計など、老朽化した備品類については、緊急のメンテナンスができるよう予算の確保が必要。機器が古く使いづらい。ガラス器具が不足している。使用不可能な備品がある。普及課の稼働では大層分析に対応できない。</p> <p>③土壌診断ソフトは操作が難しく、JA若農指導員等が積極的に使うことができない。現在、普及課内で土診愛知他診断ソフトが使える状況になっていない。若くは遠征他が普及されている品目が少なく、診断ソフトが使いにくい。ECやpHでは、以前の分析方法と異なっており、それに対応する上層三相分析ソフトを改良してほしい。</p> <p>④業務取扱、養液上研修等の知識、地方選派を考慮した施肥、生育途中での生育診断、数量要素・堆肥・土壌要素の分析など分析、診断に対するニーズは高まっており、効率的な分析の体制が求められている。</p> <p>⑤当普及課は事務所内に土壌診断室がないため、障害が発生した場合等に迅速な対応ができない。また、試料の持ち帰りも制限されると、試料の調製も不便である。土診室が普及課から離れているため、</p> <p>⑥環境保全型農業を推進しているにもかかわらず、いまだき量知やエコフアーマー等が広まりつつある。関連して農家から普及課への診断要望が強くなることが心配される。</p> <p>⑦小規模産地で農協との関わりが少ない。農家の場合、現在は普及課が分析しているが人員減の場合対応できない。</p> <p>⑧JAに診断費を分析できる環境整備員がいない。</p> <p>⑨平日土壌の分析では塩類濃度の測定が難しい。</p>
今後、管内および県の土壌診断体制に対する意見・要望等	<p>①施設を出さず、簡易かつ安価にできる分析法とそれを用いた土壌診断方法をマニュアル化してほしい。また、それに合わせた器具の配置をお願いしたい。</p> <p>②土壌愛知を上手に活用した土壌診断の事例を紹介して欲しい(農協からの項目を分析すればいいのだから)。他で代替者は見当たらないので、土診愛知をもっと使いやすくしてほしい(大量のデータの診断時にボタンを押すのが非常に面倒)。最低限のデータ入力で診断できるソフトにしてほしい。</p> <p>③普及課と農協は役割分担を明確化したほうが良い。例えば基本的な土壌分析は農協が行い、普及課は地方選派の測定を行うなど。診断用資の分相関係について、農家や関係機関に明示できるように、県下統一の説明書をつくる。特に、肥料や分析してくれる公的機関として関連を求められないように明示する。分析はJA、診断は農家改良普及課を重視。</p> <p>④分析の結果を普及員個々に活用するだけでなく、系統立てて利用できるという思い。特に転勤したとき、地域の土壌の特性について情報を把握するためのデータとして整理されていると助かる。また、随時更新なども検討しているところ。他の普及課のデータも利用できるよう、県内普及課の分析結果のデータベース化をお願いしたい。</p> <p>⑤分析項目、分析点数に応じた効率的な体制を整備していただきたい。各普及課で分析する項目、点数と試験機の共同利用施設などで分析した方が効率的であるものを分け、体制を検討していただきたい。高度な分析機器を備えて専属の担当者により集中的に分析した方が、効率・精度が上がらぬと思われ。各農家改良普及課で土壌分析(簡易な項目除く)を行うのではなく、土壌分析センター(仮称)を設け、効率的且つ機能的に分析を行える体制を整える。土壌分析センター(仮称)にメンテナンス費用等を集中させる。</p>



診断業務の方向性として、現在その機能がほぼ全農にある大分県は当然のこと、概ねその業務の中心を全農に置くことは一致していた。

## 6. 今後の土壌診断体制に向けた提案

### (1) 土壌診断の実態

平成 15 年度において県内で実施された土壌分析点数を県内全耕地面積で割ると、3.5ha に 1 点の割合で土壌診断を実施していることになる。この割合の良否については言及できないが、一般的な農家の経営規模を考えると決して多いとは言えない。土壌診断点数が 5 年前に比べ減少している原因は、普及員の削減や業務内容の変化、診断室との距離・分析機器の老朽化によるところが大きいと考える。しかし、今後は、①安全・安心な農産物への社会的なニーズの高まり②精度の高い施肥管理による生産性・品質の向上③環境保全を目指した施肥効率向上技術の導入を背景に、土壌分析・診断のニーズは増加することが予想される。

### (2) 土壌診断における各機関の役割

今後、普及員の削減による業務の見直しを念頭に置くと、普及課では日常的には pH, EC, RQ フレックスで可能な分析項目程度しか実施できないと思われる。そのため、定期的な土壌診断については経済連や J A を中心に実施することになる。このことについては、現状においても普及課が定期的な土壌診断のために分析を実施しているのはごく限られた地域に限られることや、経済連が年間 20,000 点分析（現状約 4,000 点）可能な体制整備に向けて取り組んでいることから、妥当であると思われる。また、商系の肥料を使用している生産者や産地についても、肥料メーカーや経済連で分析できる体制が整うことを期待する。つまり今後、土壌分析は土壌・施肥管理方式改善の手段としてとして当然有償で行うべきものであり、その数値を経営にどう活かすかの部分については県等の公の機関がアドバイスするといったことを再確認する必要がある。

生理障害のように緊急かつ重要な事例については、これからも普及課→（解明できない事例は）試験場といったルートで解決していくことが考えられる。しかし今後、これまでの障害事例が整理されれば経済連による土壌体分析により解決の糸口が見つかる可能性は十分ある。その結果、前例がある事例については普及課と J A との段階で解決できるよう経済連による分析結果を中心に検討を加え、前例がない事例のみ試験場で分析するといった分担が可能となる。障害事例の整理のためには、試験場が中心となり、これまでの事例や今後発生する事例をデジタル情報として提供できる仕組みを作る必要がある。

堆肥の分析については、普及課で地域に定着させるべき技術確立を目的として取り組む場合は例外として、堆肥利用推進協議会や民間・経済連・J A 等で分析することが望ましい。特に、特殊肥料の届け出に係わる分析や堆肥製造における品質管理などにより需要の増加が見込まれるが、これについても土壌診断同様、生産者が経営の一環として当然有償で実施すべきものであることを確認する必要がある。

現在、簡易分析機器の精度向上や低価格化が進み、生産者自らが測定できる項目も増えた。今後は、これら簡易な分析機器を用い、いかに多くの情報を得、経営に活かしていくかといった視点での研究、普及も重要になる。

### (3) 分析の需要変化への対応

今後、堆肥・養液分析・微量元素・培養窒素などの分析需要の増加が見込まれる。分析結果を個々の経営に活かしていくことを考えると、それぞれの分析を自らが有償で分析機関に依頼することは当然となってくるであろう。堆肥・微量元素・養液については経済連で分析を実施することが予定されている。しかし、培養窒素については分析に時間がかかることが制限要因となり経済連は分析に踏み込めないのが実情である。培養窒素は今後環

境保全型農業を推進していくための要となる分析項目であるため、当面は普及課が中心となり分析を行っていくこととなる。

しかし、試験場からそれに代わる簡易な分析法が提案されたならば、経済連にも分析を受けられる体制があるため、今後の研究の進捗を見守りたい。

また、エコファーマー等県が推進している制度に係わる分析需要が増えている。これらの対応についても、今後は土壌管理の目的として、環境保全が収量・品質の確保と同程度の重きが置かれることを考えると、土壌管理の一環として有償で分析していくことが望ましい。

#### (4) 分析手法・診断ソフトの統一化と分析精度向上

現在、普及課・試験場では、土壌標準分析法に基づき分析を行い試験場で開発された土壌診断ソフト「土診愛知」で診断を行っている。一方、経済連を始めJAでは、全農式簡易分析法(ZAⅡによる)で分析し、全農により開発された診断ソフト「診作くん」で診断を行っている。県における土壌診断体制における検討会において、試験場は今年3月、現場の「もっと簡単で使いやすい診断ソフトにしてほしい。」といった声に応え、新しい土壌診断ソフトを発表する旨を明らかにした。一方、経済連は今後、分析点数の増加(年間20,000点目標)に対応した分析の効率化を、現状の全農式簡易分析法を基に実施する旨を表明した。また加えて、全農式簡易分析法による分析結果をそのまま利用できる「診作くん」で診断し、それに基づく処方箋をJAに返すことも明らかにした。県内で分析機関により2つの分析法が平行して実施されることはこれまでと変わりがないが、今後、経済連で分析された土壌診断結果を普及課で診断する場面が出てくることやその情報を共有し、今後の方向性を考えていくに当たっては、それぞれの分析法による結果を互いに読み替える必要が出てくる。

それを早急に行い、異なる診断ソフトでも、作物ごとの診断は同一の基準で行えるように調整を図っていく必要がある。

また、県内分析機関における精度向上については、県の試験場が中心となり共通試料の分析を年1度実施し、検討する機会を設けることを提案したい。

#### (5) 産地振興に向けたデータの活かし方

現在、県内における土壌診断値は、普及課・JA関係機関とも各機関で整理されている事例はあるにしろ、系統立てた決まった形でデータベース化されていない実態が明らかとなった。今後は、それらの結果を指導機関・団体の共有財産とし、県・経済連が蓄積・解析することで、産地ごとの土づくり・施肥管理戦略策定に役立てていくべきであると考えられる。そのなかで産地振興とともに社会的ニーズが高まっている安心・安全、環境保全的な農業技術の確立をしていくべきである。

#### (6) 関係機関の連携強化

今回、民間の分析機関や資材メーカーの調査を実施しなかったため、それらを含めた提案はできない。しかし今後、少なくとも県と経済連が連携をとり、産地振興による県農業の発展という共通の目的のため、土づくりや施肥管理に係わる現状や問題点、今後の方向性について情報交換を行う必要がある。そのために、定期的な情報交換の場を設定することを提案する。

#### (7) 県における土壌診断体制の整備と普及員の資質向上

今回のアンケート調査で、分析センター的な提案もあったが、地域の新たな土壌・施肥管理技術の確立に関わる分析、障害原因究明のためのサンプルの分析についても自ら分析することを基本としたい。また、老朽化が進んでいる高額備品である総合分析計は現在のもので使用できなくなっても更新される保証はない。そのため、当面、総合分析計が使用

できなくなった普及課については使用可能な普及課で行うか、農総試で行うことになる。そのため、普及課段階では pH,EC メーター、RQ フレックス以外に、交換性塩基・有効態リン酸等に関わる分析の前処理に必要な天秤、振とう機、粉碎器、乾燥機、冷蔵庫、恒温器それに関わるガラス器具等と、土壌硬度計、三相分布測定器を最低限整備する必要がある。また今後、農総試における普及員による分析が増加することを想定しての仕組み作りと人員配置を行う必要がある。

今後、普及の役割として、土壌診断結果を施肥改善・土づくりをとおして経営改善や産地振興・環境保全に活かしていく必要がある。そのために、すべての普及員が土壌診断結果をそれらに活かせるための知識を習得することが必要であるため、新任者研修に限られていた土壌診断研修を経験を積んだ普及員を対照にした研修を増やすことで対応したいと考えている。それと同時に、pH,EC,RQ フレックス以外の分析機器や土壌・施肥診断プログラムが使いこなせる人材を作目ごとに数名（各作目 2～3 名）育成し技術調整会議等でのアドバイザーができるようにすることが望ましい。そのための人材育成の仕組みについては検討中である。

## 7. まとめ

以上の提案を図 1 にまとめた。今後、県においては農業試験場が土壌診断の中樞を担うことになる。今回の調査においては民間（メーカー）を調査対象としなかったため、それらを含めた考察はできなかった。しかし、環境保全や安全安心が今後の県農業の基本となり土壌・施肥管理がその一役を担うことになる限り、経済連・JA はじめ民間とも連携を取り合い、基準の遵守等基本的事項の意思統一をしていくことが重要である。

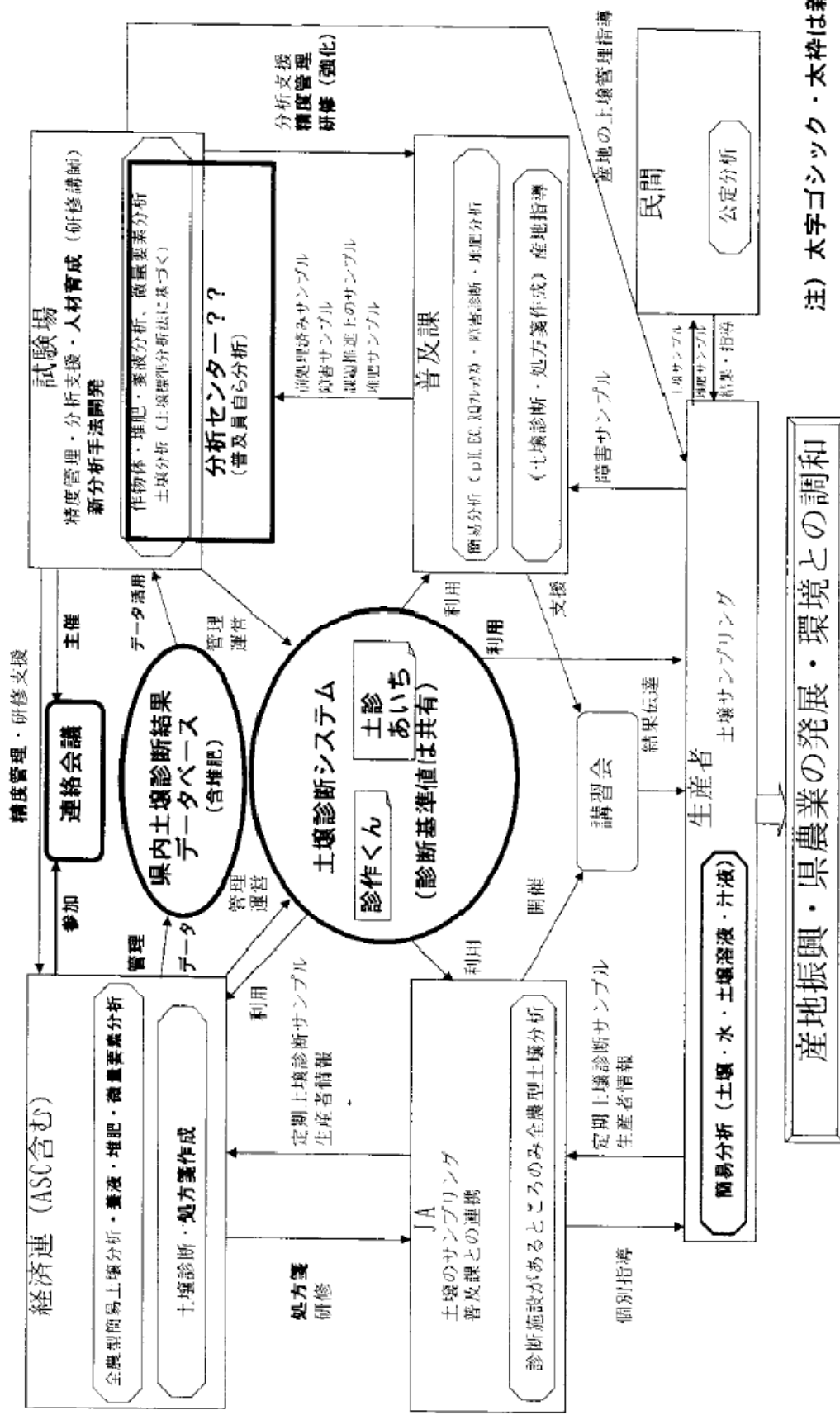


図1 愛知県における土壌診断機能の将来図 (案)



窒素負荷軽減に配慮した土壌・肥培管理

平成 9 年 1 2 月

財団法人 日本土壌協会

# 愛知県における肥効調節型肥料 による全量基肥栽培の普及

愛知県農業水産部農業技術課

加 藤 保

## 1. はじめに

近年、農耕地からの余剰肥料成分の流亡による地下水の汚染、湖沼・内湾の富栄養化が進んでいることが各地で報告されている。愛知県の農耕地および農村集落内の農業用地下水465点の水質調査結果でも、硝酸態窒素濃度で10ppmを越える地点が畑地帯（90点）では50%、全体でも17%に達した（図-1）。こうしたことから、愛知県では「環境保全型農業基本方針」を策定し、化学肥料・化学合成農薬使用量の削減を図るため、環境保全型栽培技術の普及促進に努めている。ここでは肥効調節型肥料を利用した全量基肥栽培による施肥量低減の事例について紹

介する。

肥効調節型肥料を利用した施肥は、当初施肥作業の省力化、労働負荷の軽減をめざしていたが、従来の対数型（リニアタイプ）だけでなく初期抑制型やシグモイド型のシグモイドタイプのように作物の吸収特性に合致した溶出特性を持つ肥料が開発されてきた。また、地温を用いて金野らのモデルに当てはめを行ったところ、肥料成分溶出量を推定できることがわかった（図-2）。これらの肥効調節型肥料や従来の速効性肥料を組み合わせ、試験を実施した結果、多くの作物で全量基肥栽培が可能であることが実証されてきた。全量基肥栽培は省力的であるばかりでなく、肥料利用率の向上による施肥量削減という環境保全的側面からも有効であるこ

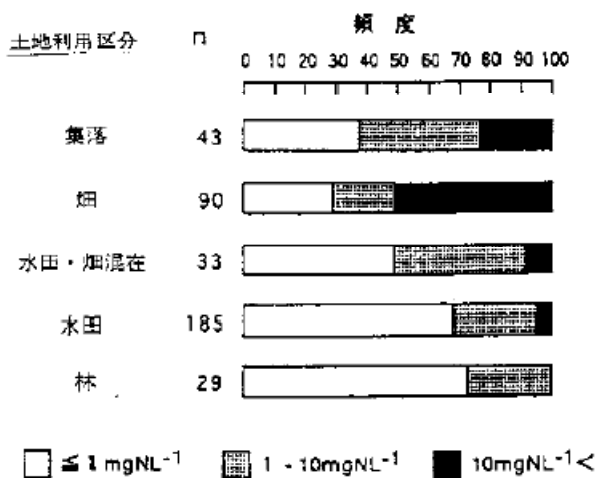


図-1 土地利用別の硝酸イオン濃度の頻度分布  
(榎谷ら1994)

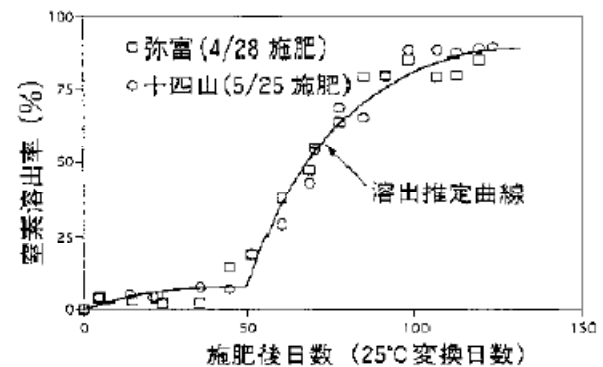


図-2 被覆尿素肥料（LPSS100）からの窒素溶出とシミュレーションによる溶出推定曲線

とがわかった。愛知県では肥効調節型肥料の組み合わせによる肥効パターンをシミュレーションするソフトを作成して、施肥の目安としている。

## 2. 水稻での普及事例

### 1) 技術体系

愛知県の水稲の施肥は基肥に30~60kg N/ha、穂肥は出穂前25~20日及び15~10日に20~30kg N/haずつ2回施用する分施肥体系が一般的である。

愛知県の大部分の水田土壌は窒素肥沃度が小さく土壌窒素の供給量が少ないため、速効性肥料とシグモイド型肥料の配合のみでは生育中期に窒素不足になりやすい。そのため、リニア型肥料+シグモイド型肥料+速効性肥料の3種を配合した全量基肥肥料を品種ごとに決定した。開発した全量基肥肥料と適用品種は以下のとおりである。

#### ◎極早生・早生用

L P S 80 : L P 40 : 速効性窒素 = 5 : 3 : 2

適用品種「コシヒカリ」, 「祭り晴」など

#### ◎中生用

L P S S 100 : L P 140 : 速効性窒素 = 5 : 3 : 2

適用品種「あいちのかおり」, 「葵の風」な

表-1 各品種の目標収量と生育時期別最適窒素吸収量 (愛知農総試)

品 種	目標収量 kg/ha	最 適 窒 素 吸 収 量		
		幼穂形成期 kg/ha	出穂期 kg/ha	成熟期 kg/ha
コシヒカリ	5400	50±1	100±1	100±1
祭 り 晴	5400	60±1	100±1	120±1
あいちのかおり	6000	50±1	120±1	140±1
葵 の 風	6000	55±1	120±1	140±1

ど

施肥量は品種ごとの最適窒素吸収量(表-1)と土壌の地力窒素発現量との差を施肥で補うことで決定する。最適窒素吸収量は「コシヒカリ」のように倒伏しやすい品種では幼穂形成期の吸収量を、「祭り晴」のように倒伏に比較的強い品種では成熟期の吸収量を目安としている。地力窒素発現量は30°C 4週間培養発現窒素量を用い、簡易的に土壌の全窒素含量および地力窒素発現量と肥効調節型肥料の溶出推定量から施肥量を決定し、それぞれに品種・作期毎に施肥量早見表を作成した。表-2に早期・極早生品種についての施肥量早見表を示した。

施肥量はおおむね、慣行の施肥量の10~20%減とした。

この肥料は、施肥利用率の向上と生育初期の過繁茂抑制のために速効性肥料の比率を低くしている。したがって、分施栽培に比べると初期の葉色が淡く、莖数も少なく推移する。また、最高分けつ期から幼穂形成期にかけての葉色は肥効を反映し、分施栽培より濃く推移する反面、穂肥を施用した水稲のような葉色の急激な上昇は認められない。出穂期は分施栽培に比較して1~2日、成熟期は2~3日遅れるが有効茎歩表-2 土壌分析値による施肥早見表(早期・極早生品種) (愛知農総試)

培養発現 窒素量* (mg/100g)	土 壌 の 全 窒 素 含 量 (%)						
	0.08	0.10	0.12	0.14	0.16	0.18	0.20
1.0	70	70	70	70	70	70	70
2.0	70	70	70	70	70	70	60
3.0	70	70	70	60	60	50	40
4.0	60	60	60	50	40	30	—**
5.0	50	50	30	40	30	30	—
6.0	40	30	30	30	—	—	—

\* )培養発現窒素は昼土を30°C 4週間個別培養により発現する窒素量。

\*\* )適正な生育が期待できないので、全量基肥栽培には適さない現場である。

合は高く、稈が丈夫で倒伏に強い特徴を持つ。また、分施肥栽培に比べ肥料の利用率が高いため、10～30%減肥しても安定した収量が得られ、環境に優しい省力施肥法である。さらに、食味に影響する玄米窒素濃度を上昇させることなく、食味・品質面でも良好である（表-3）。

また、農業総合試験場では、新しい技術として育苗箱に稲の生育に必要な肥料を全量入れて苗を生産し、田植機で移植する「育苗箱全量施肥法」の検討も行っている。

この方法は、育苗箱の下層にシグモイド型の肥効調節型肥料（LPSS100）を敷き詰めた後、

床土を入れ、通常通り種もみを播くもので、現状の播種プラントに肥料用ホッパーを追加するだけで、機械化への対応が可能である。また、田植えには特別な機械は必要なく、現在使われている田植機の使用が可能である。

生育収量は、初期茎数は分施肥に比較してやや少なく推移するものの、最高分けつ期から出穂期にかけて茎数の減少が少なく、分施肥と変わらない穂数が確保できる。また、窒素の利用率が高くなるため、慣行の約30%減肥でもほぼ同等の収量が確保できる。また、玄米窒素濃度も分施肥より低くなるため、品質面での向上も

認められた。実用化に向けて検討中であり、環境保全にも寄与する技術としても有望と思われる（表-4）。

## 2) 普及状況

試験場で開発された施肥技術は、施肥改善協議会（技術課、試験場、普及センター、県経済連）での実証及び検討を経て、普及に移される。

全量基肥用配合肥料は1992年から早生用、中生用の試験販売が開始され、1993年から全層施肥用（14-10-14）、側条施肥用（18-12-13）の配合肥料が正式販売された。1993年は異常低温年であったにもかかわらず、安定した収量が確保された結果、急速に普及拡大し、1997年には作付面積の約35%で使用されるまでに至っている（表-5）。

また、海部郡十四山村のように、水稻作付面積の85%で肥効調節型

表-3 分施肥栽培と全量基肥栽培との収量比較（愛知農総試）

品 種	年 度	施肥窒素量		精玄米収量		施肥窒素量		精玄米収量	
		分施	全基	分施	全基	分施	全基	分施	全基
		kg/ha		kg/ha		kg/ha		kg/ha	
あ	1991	91	84	5630	5360	1.60	1.37	170	123
い	1992	91	77	6090	6120	1.26	1.32	129	126
ち	1993	91	77	5120	4990	1.37	1.42	127	127
の	1994	100	84	6370	6740	1.20	1.20	141	151
か	1995	100	90	5600	5670	1.35	1.34	162	151
お	平均	95	82	5760	5790	1.35	1.33	146	136
り	偏差	5	6	480	690	0.16	0.06	13	14
こ	1992	80	70	6360	5750	1.32	1.27	126	99
し	1993	80	70	4830	4800	1.65	1.63	159	158
ひ	1994	80	70	5340	5270	1.28	1.20	130	132
か	1995	70	60	5670	5640	1.18	1.18	122	123
り	平均	78	68	5330	5320	1.36	1.32	135	129
	偏差	5	5	620	520	0.20	0.21	17	24

表-4 育苗箱施用栽培の収量（愛知農総試）

年度	育苗箱施用区(施肥窒素72kg/ha)			分施肥区(施肥窒素100kg/ha)		
	玄米収量	千粒重	玄米窒素濃度	玄米収量	千粒重	玄米窒素濃度
	kg/ha	g	%	kg/ha	g	%
1994	6330	23.6	1.12	6370	25.3	1.20
1995	5260	23.8	1.20	5600	24.6	1.35
1996	5610	23.5	1.20	5490	24.7	1.24

品種：あいちのかおり

肥料による全量基肥栽培に取り組んでいる地域も見られる。十四山村は愛知県の西端部に位置する名古屋近郊の平坦農村である。低湿地帯のため、水稻主体の地域であり、昭和40年から集団栽培に取り組み、昭和58年には村全体の構成員524名で水田利用合理化施肥協議会を結成して、栽培協定（集落・水系単位の品種・作期・栽培技術の統一）に取り組む、成果を上げている。村内のほとんどで良食味品種の「あいちのかおり」が栽培され、「特別表示米」として生協などとの交流もあり、米作に積極的な地域である。1991年より全量基肥栽培の展示ほに取り組み、全量基肥栽培は施肥量を減らしても肥料代がやや高くなるが、それでも生育収量の安定性、良食味生産、省力的な面で評価が高く、今後他地域にも拡大することが見込まれている（表-6）。

### 3. 園芸作物における事例

園芸作物の場合は水稻に比べて試験開始が遅れたことから、肥効調節型肥料を用いた全量基肥法は普及段階に踏み込んだばかりである。園芸用の肥効調節型肥料を用いた全量基肥用肥料は施設果菜類用（イチゴ、トマト、ナス）、露地野菜用（キャベツ、ハクサイ、ブロッコリー）、大葉（青ジソ）用、ニンジン用、レンコン用、イチジク用などが、1995年から販売され始めたところである。ここでは、現在普及が進みつつある愛知県碧南地域のニンジン、安城地域のイチジクについて紹介する。

#### 1) ニンジン

愛知県では西三河の碧南地域が大きな産地である。碧南地域は砂質土壌で播種時期が真夏の高温期

に当たるため、肥当たりしやすいことから、施肥は基肥無施用か窒素2kg程度で、ほとんど追肥に頼っている。追肥は3～5回と多回数に及び労力的に大きな負担となっており、窒素の溶脱も指摘されている。そこで肥効調節型肥料による全量基肥栽培の導入を普及センターが中心となり現場で展示をしてきた。

展示区の収量・品質は、施肥量を15～25%減肥しても慣行区と同等もしくはそれ以上であった。施肥は基肥1回で可能であるため、施肥の省力化に有効であり、土壌中の硝酸態窒素の流亡も低く抑えられることがわかった（表-7、8）。

この肥料は1995年から販売されはじめ、1996年の普及実績は、作付け面積310haに対して、45ha約15%の普及率である。

#### 2) イチジク

本県のイチジクは、西三河地域の水田転換畑を中心に240haで栽培されている（全国1位）。

イチジクは4月上旬の発根期から5月下旬の

項目	1993	1994	1995	1996	1997
販売量 (t)	1,501	2,651	3,906	5,237	6,220
推定普及面積 (ha)	3,202	5,302	7,812	10,471	12,440
水稻作付面積 (ha)	39,000	40,500	38,700	36,400	35,000
普及率 (%)	8	13	20	29	36

表-6 十四山村における収量と1等米比率の推移

年度	作付 面積 ha	全量基肥栽培 普及面積比率 %	平均収量 (1等米比率)		収量 kg/ha	1等米比率 %
			kg/ha	%		
1990	401	-	4870	( 100 )	4680	( 71 )
1991	397	-	5000	( 100 )	4790	( 72 )
1992	403	17	5150	( 100 )	4840	( 96 )
1993	380	76	5040	( 100 )	4320	( 92 )
1994	486	82	5590	( 100 )	5980	( 95 )
1995	400	85	5500	( 100 )	4880	( 97 )

養分転換期までは前年の貯蔵養分でまかなわれるが、6、7月の結果枝の伸張、果実の肥大、8月から10月末までの収穫期までは施肥養分でまかなわれる。特に、収穫期間が長期にわたるので、この間の果実肥大、樹勢維持を図るため、5回以上の追肥が行われる。

肥効調節型肥料による全量基肥栽培を導入するに当たって、①施肥は管理作業の少ない3月下旬までに行う、②窒素溶出は溶脱回避のため養分転換期までは少なく、結果枝の伸張期である7月にピークを迎えるようにする、③落葉期に残存させない、という3点を前提にシミュレーションした結果、35日溶出抑制型100日タイプの肥効調節型肥料を用いた。

分施肥と同量の窒素施用量で栽培試験を行った結果、主幹、主枝及び結果枝などの生育量は全量基肥区が優った。果実は分施肥に劣らぬ肥大を示すとともに果数が21~56%増加した(表-9、10)。

葉色からみても全量基肥区では窒素の肥効が生育後半まで続き、この肥料の窒素供給パターンがイチジクの養分吸収特性にかなり近いことがうかがえた。

また、イチジクは水分要求量の多い作物であるため、生育旺盛な夏季には多量のかん水を必要とする。このため、施肥窒素がかん水とともに根域外へ溶脱する可能性が高い。そこで、系外に放出される窒素の動態をライシメーター試験で調べたところ、分施肥区では基肥施用後かなり早くから溶脱が始まる。全量基肥区では、溶出パターンに伴い溶脱量が増加し7~8月には、分施肥区より多くなる(図-3)。

表-7 全量基肥栽培におけるニンジン収量(安城農業改良普及センター)(160㎡当たり)

試験区	A区(1995)			B区(1995)			C区(1995)			D区(1995)		
	施肥N量	重量	本数	施肥N量	重量	本数	施肥N量	重量	本数	施肥N量	重量	本数
	kg/ha	kg	本	kg/ha	kg	本	kg/ha	kg	本	kg/ha	kg	本
全量基肥	120	818	4519	120	697	4777	120	943	3963	120	740	4001
分 施 区	142	742	3741	142	711	5444	142	733	4222	142	650	3888

表-8 深さ別硝酸態窒素濃度(安城農業改良普及センター)

日付	試験区	入植後の土層深さ別硝酸態窒素濃度(mg/100g)							
		10cm	20cm	30cm	40cm	50cm	60cm	70cm	平均
		195.9.25	全量基肥	0.9	1.0	0.9	0.8	1.6	2.6
	分 施 区	0.6	0.6	1.7	2.9	4.3	1.9	1.7	2.0
196.3.11	全量基肥	0.7	0.7	1.5	0.8	0.1	0.4	1.0	0.9
	分 施 区	0.8	1.0	0.7	1.1	1.1	0.8	0.6	0.9

表-9 施肥法の違いがイチジクの生育に及ぼす影響(愛知農総試)

試験区	幹 周			結果枝伸張量		結果枝基部径	
	1991	1992	1993	1992	1993	1992	1993
	cm	cm	cm	cm	cm	mm	mm
全量基肥区	13.4	18.2	20.1	87.1	84.2	14.6	14.8
分 施 区	13.1	18.5	18.9	85.7	76.5	13.0	14.3

表-10 施肥法の違いがイチジクの収量に及ぼす影響(愛知農総試)

試験区	平均果重		1樹収穫果数		糖度(Brix)	
	1993	1992	1992	1993	1992	1993
	g	g	個	個	%	%
全量基肥区	73.1	99.5	164	139	17.2	15.3
分 施 区	65.8	97.4	105	115	17.0	15.3

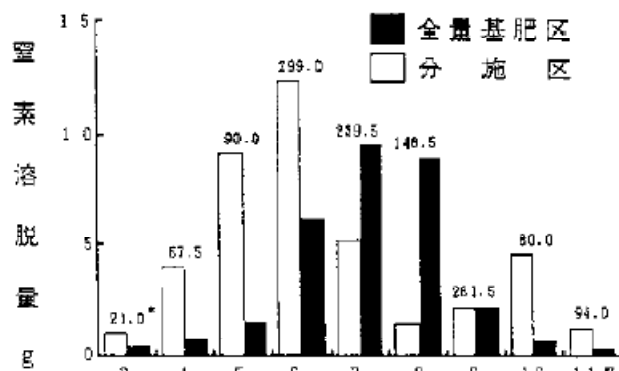


図-3 月別にみた窒素溶脱量(1993年、ライシメーター当たり)

注) \*数字は月別の降水量(mm)を示す。

しかし、栽培期間中に溶脱した窒素量は分施肥区より20～30%少なくなり、利用率向上の可能性が示された（表-11）。

イチジク全量基肥栽培用の肥効調節型肥料は1995年より販売が開始され、1996年の普及実績は、作付け面積240haに対して、30ha約15%の普及率である。

## 文 献

- 1) 愛知県農業水産部 (1995)：農作物の施肥基準
- 2) 愛知県農業水産部 (1996)：肥効調節型肥料の特性と栽培事例
- 3) 愛知県農業水産部 (1996)：土壌診断・施肥診断プログラム操作マニュアル
- 4) 愛知県農業水産部 (1997)：環境保全型農業栽培技術マニュアル
- 5) 愛知県農業総合試験場 (1994)：愛知県における農業用地下水の水質特性と作物への影響、農業の

表-11 全量基肥栽培の窒素溶脱低減効果(愛知県総試)

試 験 区	1992年	1993年
	溶脱割合 (比率)	溶脱割合 (比率)
	%	%
全量基肥区	18.4 ( 68)	30.8 ( 74)
分 施 区	26.9 ( 100)	41.5 ( 100)

新技術 No.58

- 6) 愛知県農業総合試験場 (1994)：水稻の全量基肥施用法、農業の新技術 No.62
- 7) 愛知県安城農業改良普及センター (1996, 1997)：環境保全型施肥技術普及推進事業成績書
- 8) 池田彰弘 (1996)：愛知県における肥効調節型肥料を利用した低投入型肥培管理技術、中部土壌肥料研究第84回、中部土壌肥料研究会
- 9) 糟谷真宏 (1996)：愛知県における農業用地下水の硝酸イオンの現状と水田の硝酸イオン浄化能、中部土壌肥料研究第84回、中部土壌肥料研究会