

愛知県における水稲の全量基肥施用法

愛知県農業総合試験場作物研究所

技 師 今 井 克 彦

はじめに

近年、水田農業の経営規模拡大及びほ場の大区画化が進むに従い、省力・低コスト生産技術の開発に対する農家からの要望は極めて強い。施肥技術については、施肥作業の効率化、施肥量の節減等が望まれ、追肥・穂肥を一切省略した全量基肥施用法の開発に対する期待が大きかった。

平成5年度より愛知経済連から「ひとまきくん」のペットネームで市販された全量基肥用肥料は、出荷量からの推定で、市販初年目にして本県の水稲作付面積の約8%を占め、現地の期待の大きさが窺える。以下、本県における本技術の開発までの歩みと特徴を述べる。

全量基肥施肥法の開発

愛知県における被覆タイプの肥効調節型肥料を使用した試験は昭和53年に始まった。当時は追肥の省力化を目的としており、必ずしも全量基肥施肥を目指したものではなかった。その後、肥料の溶出が長く持続するタイプが開発されるに至って、全量基肥施肥の試験を本格的に取り組んだのが昭和63年である。しかし、暖地では、肥料の溶出が放物線を描くタイプの肥料だけでは、生育初期が過繁茂になる傾向があった。その欠点を取り除いたのがシグモイドタイプの肥効調節型肥料であった。一方、地力窒素発現量の推定法とこれを基本とした施肥診断システムの開発によって、窒素肥沃度が異なる現地ほ場においても適正な施肥診断を行うことができるようになった。

こうして、L P S 100あるいはL P S S 100を用いて、「コシヒカリ」、「葵の風」、「あいちのかおり」等の品種について、実用化を目指した現地試験を実施することとなった。平成3年、県内の普及所、経済連、農協の協力のもと、試験展示ほ場を設置した。さらに、平成4年には肥料の配合割

合を極早生用、中生用の2種類にしほり、県下の全農協で普及展示ほを設置した。現地展示ほ場を設置するに当たっては、土壌分析結果を基にした施肥診断によって適正施肥を徹底し、慣行施肥体系と比較することにした。そして、平成4年12月の愛知県施肥防除協議会で検討の結果、次の内容で平成5年からの市販化が決定された。

◎ 早生用 (ひとまきくん2号)

L P S S₁₀₀ : L P₇₀ : 速効性窒素 = 6 : 3 : 1

◎ 中生用 (ひとまきくん1号)

L P S S₁₀₀ : L P₁₄₀ : 速効性窒素 = 5 : 3 : 2

それぞれ全層施肥用 (N-P₂O₅-K₂O = 14-10-14) と側条施肥用 (同18-12-13) がある。

全量基肥施肥に使用する肥効調節型肥料

現在、多数のメーカーで溶出パターンの異なるものが次々と開発・市販されているが、多くは肥料成分を高分子樹脂などを使ってコーティングし、肥効を調節している。全量基肥施用に適した肥料として、つぎの条件が撃げられる。

- ①窒素の肥効が長期に持続すること。
- ②土壌微生物、pHによって、肥効が影響されないこと。
- ③温度による肥効の変化が小さいこと。
- ④肥効が理論的に推定できること。
- ⑤耕起、代かきによる破損がないこと。

溶出パターンから肥効調節型肥料を分類すると、二種類に大別できる。一つは、施肥直後から徐々に溶出するタイプ、もう一つは、一定期間は溶出せず、それ以後急速に肥効が現れるシグモイドタイプである。前者は、地力窒素の補完となり、地力窒素発現量の少ない水稲の生育前半期の60～70日間は溶出が持続する必要がある。後者は穂肥としての役割を果たし、水稲の穂肥施用時期に合った溶出をする必要がある。例えば、溶出の立

ち上がりが早すぎると、過繁茂、倒伏を助長し、逆に遅すぎるともみの退化や玄米窒素濃度の増加を招いてしまう。

窒素肥沃度の診断

全量基肥施用栽培では生育途中での減肥修正が不可能である。また、水稲が生育期間中に吸収する窒素の60%程度は地力窒素といわれる。したがって、地力窒素発現推定量を基に肥料の選択と施肥量を決定することが大切である。本県では地力窒素発現量は、速度論を応用して、土壤の全窒素含量及び生土培養窒素発現量（30℃ 4週間静置培

養法）を用いて、地温をパラメータとして推定している。平成4年に行った現地展示ほ場について水田土壤の窒素肥沃度を調査したところ、全窒素含量で約0.08~0.2%，培養窒素量で約2~6 mg/100 gの範囲に含まれていた（表-1）。そこで、実際の分析値を用いて窒素肥沃度の違いをみるために、コシヒカリの作付を想定して、生育期間中の窒素発現量を推定したのが図-1である。地力窒素はほぼ100%吸収されると考えると、幼穂形成期での吸収量は最適窒素吸収量を越えるほ場から、かなり足りないほ場までであることが理解できる。

肥効調節型肥料からの窒素溶出率の推定

次に、肥効調節型肥料からの窒素成分の溶出率を推定することが必要である。

肥料からの窒素の溶出は、地温が25℃で一定の場合、LP140は140日間に80%溶出し、LPSS100は45日間はほとんど溶出せず、その後55日間で80%溶出する。これらの溶出期間は地温に左右され、低温になれば遅く、高温では早くなる。そこで、肥効調節型肥料の場合も地温をパラメータに、速度論を応用して窒素溶出パターンを推定を行った。肥料からの溶出率の実測には、次の方法

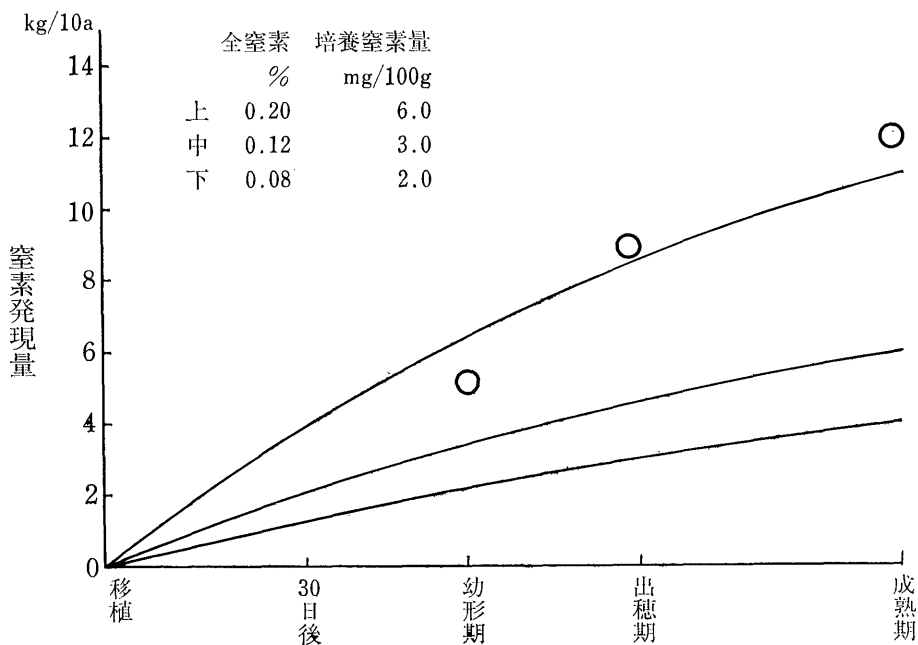
表-1 試験展示した水田土壤の全窒素含量と培養窒素（82ほ場）

培養窒素量 mg/100 g	土壤の全窒素含量						
	0.08	0.10	0.12	0.14	0.16	0.18	0.20
							%
1.0	0	0	0	0	0	0	0
2.0	2	6	5	5	2	1	1
3.0	2	8	6	8	5	0	1
4.0	1	1	3	4	1	2	2
5.0	0	0	1	1	2	4	1
6.0	0	0	0	1	1	2	3

図-1 土壤の全窒素含量及び培養窒素量から推定した地力窒素発現量

（コシヒカリ，5月1日移植，平成3年弥富の地温データを基に推定）

○：各生育時期別最適窒素保有量



を用いた。まず肥料と土壌を混和して不織布（市販のお茶パック）に充填し、ほ場へ埋め込んだ。その後一定間隔で採取し、肥料に残存する窒素量をケルダール法で分析し、差し引き計算で溶出率を求めた。地温の影響は、埋め込み時期を変えることによって調査し、この結果を用いて推定式を作成した。求めた推定曲線を、平成3年に弥富町で行ったコシヒカリの早期栽培の調査結果に当てはめると、図-2のようになった。この場合、施肥後LPSS100から窒素が溶出し始めるまでには60日以上を要したことになる。この推定式で地温の影響を試算したのが、図-3である。施肥後1℃高温あるいは低温で推移した場合、LPSS100からの窒素の溶出が立ち上がるのは前者で3日早く、後者で5日ほど遅くなると推定できた。

全量基肥施肥の施肥診断

市販肥料の施肥診断を簡便に行うために、土壌分析値から施肥量を一目で読み取ることのできる施肥量診断表を作成したのが、表-2である。つまり、該当する全窒素量と培養窒素量の交差するところの数値が、10a当たりの施肥量である。

あいちのかおり、葵の風の場合は、成熟期における最適窒素保有量を、コシヒカリは倒伏を回避するために、幼穂形成期の最適保有

量为目标に診断表を作成した。診断例を図-4に、表-3には現地試験の結果の一例を示した。収量は慣行と同程度であったが、一穂もみ数が多く、千粒重がやや軽くなる傾向が認められた。

土壌分析値が無い場合、一応の目安として慣行法の一割減とする。例えば、基肥に穂肥を加えた窒素量が10a当たり10kgであれば、9kgとする。ただし、健全な生育をさせるには、あいちのかおり・葵の風では5~9kg、コシヒカリでは3~7

図-2 肥効調節型肥料から窒素溶出パターンの推定曲線と実測値の関係 (平成3年)

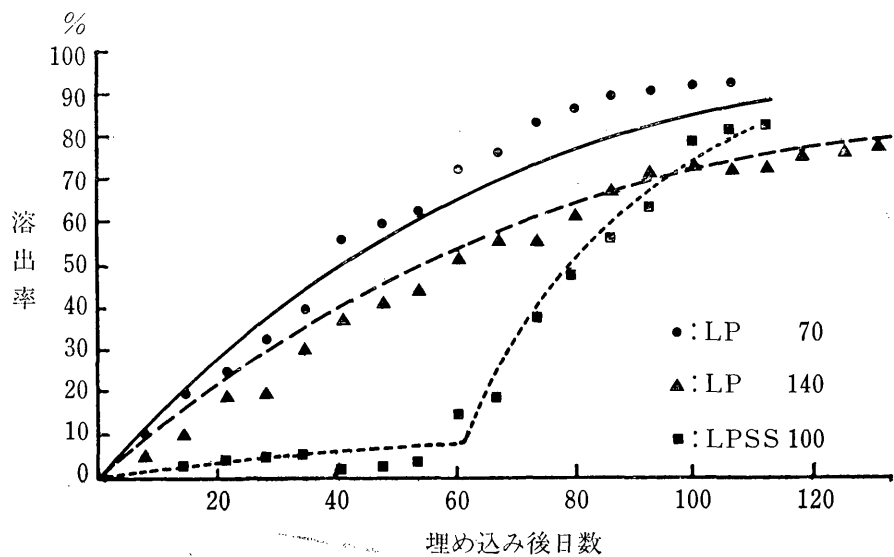
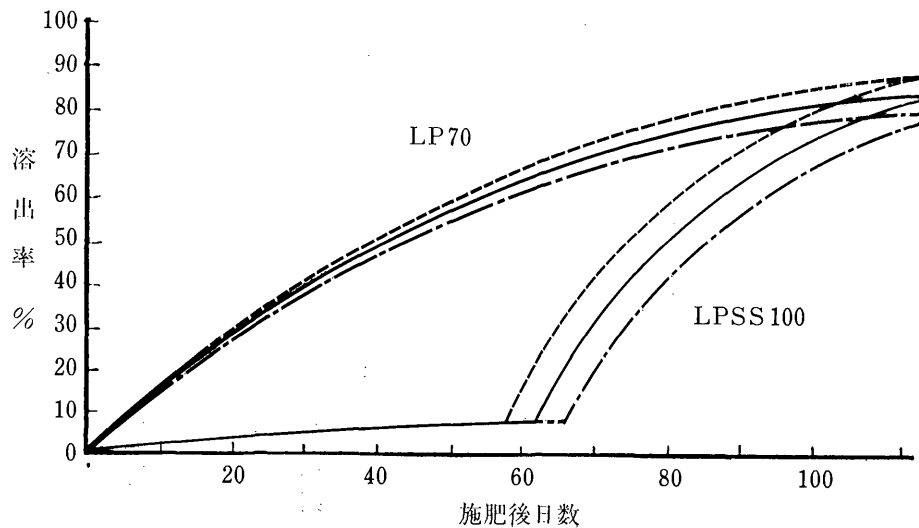


図-3 地温がLP肥料からの窒素溶出速度に与える影響推定に使用した地温

上：平成3年の弥富地温 + 1℃
 中： " " " " " "
 下： " " " " " " - 1℃



表—2 土壤分析値による施肥量診断表

① あいちのかおり, 葵の風		② コシヒカリ												
培養窒素量 (mg/100g)	土壤の全窒素含量 (%)							土壤の全窒素含量 (%)						
	0.08	0.10	0.12	0.14	0.16	0.18	0.20	0.08	0.10	0.12	0.14	0.16	0.18	0.20
	現物kg/10a							現物kg/10a						
1.0	70	70	70	70	70	65	60	50	50	50	50	50	50	50
2.0	70	70	70	70	60	55	50	50	50	50	50	50	50	45
3.0	70	70	70	60	50	45	40	50	50	50	45	35	30	20
4.0	70	65	60	50	45	40	40	40	30	25	20	20	20	—
5.0	65	55	50	40	40	40	40	20	20	—	—	—	—	—
6.0	55	45	40	40	40	40	40	—	—	—	—	—	—	—

注) 肥料の窒素成分の配合;

① 中生品種用; あいちのかおり, 葵の風: LPSS₁₀₀: LP₁₄₀: NH₄ = 5 : 3 : 2

② 早生品種用; コシヒカリ : LPSS₁₀₀: LP₇₀: NH₄ = 6 : 3 : 1

いずれも成分は N : P₂O₅ : K₂O = 14 : 10 : 14

表—3 全量基肥栽培の現地試験結果の一例

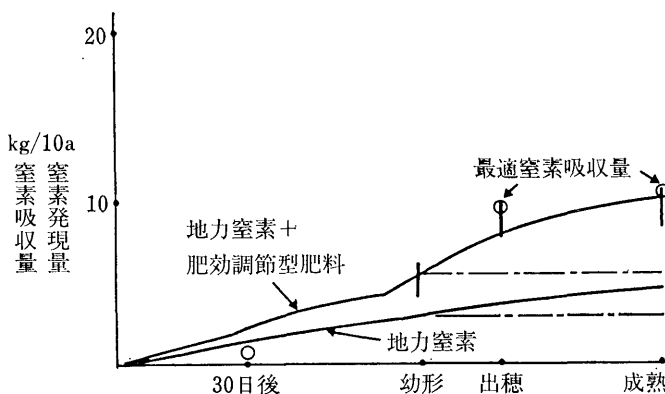
試験地 (年)	試験区	稈長	穂長	穂数 本/m ²	わら 重	もみ /わら	精玄 米重	くず 米重	千粒 重	登熟 歩合	一穂 粒数	玄米 窒素
		cm	cm		kg/10a		kg/10a	kg/10a				g
刈谷 (平3)	慣行	74.8	20.7	430	1063	0.69	570	32.4	21.5	93.6	72.2	1.30
	全基	79.5	20.3	422	1073	0.73	564	68.3	21.2	87.5	81.9	1.38
弥富 (平3)	慣行	87.2	17.4	360	607	1.15	550	16.4	22.2	90.5	84.2	1.20
	全基	89.1	17.8	345	641	1.12	552	31.6	21.8	80.5	90.3	1.35
犬山 (平4)	慣行	82.2	19.4	388	862	0.86	609	5.4	26.1	93.1	64.8	1.27
	全基	81.5	20.1	369	807	0.98	638	10.8	25.4	90.6	74.7	1.30

注) 品種は犬山があいちのかおり, 刈谷が葵の風, 弥富がコシヒカリ

慣行は現地慣行, 全基は施肥量判定による施肥量。

肥料の配合は表2の注のとおり

図—4 全量基肥施用する場合の施肥診断の事例



登録番号.....177
 TAKASE
 圃場面積.....1,000m²
 コシヒカリ
 移植.....4月30日
 出穂予定...7月28日
 成熟予定...9月3日
 LPS 100 0%
 LPSS100 60%
 LP 70 30%
 NH₄ 10%
 施肥量 50kg/10a

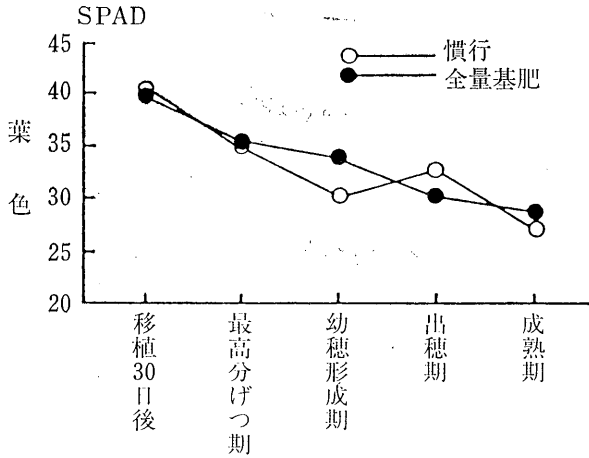
kgの範囲とする。

全量基肥栽培における生育相

全量基肥施用を初めて行くと、葉色による栄養診断にとまどう。図—5に葉色の推移を調査した一例を示した。速効性肥料による分施肥栽培と比べると、生育初期の葉色は薄く、分けつ期以降に色

図一5 慣行法と全量基肥施用法における葉色の推移

(1991年, 刈谷市, 品種葵の風, 肥料: LPSS₁₀₀:LP₁₄₀:NH₄=5:3:2)



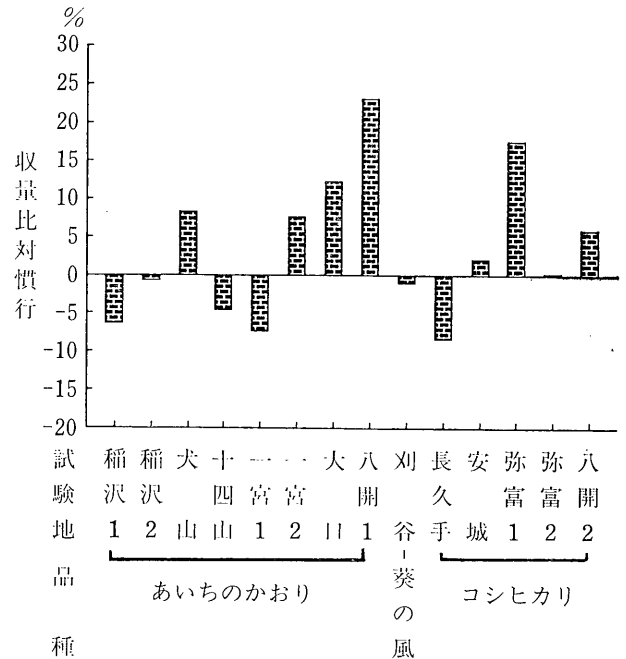
がではじめる。最高分けつ期から幼穂形成期にかけての低下は小さいため、まわりの水田より濃くなる。しかし、穂肥施用適期から出穂期にかけては、穂肥施用した場合より薄く推移する。この時に葉色がまわりの水稲に比べ薄いからといって穂肥を施用すると、やがて肥効調節型肥料からの窒素の溶出と重なり、いつまでも葉色が落ちず、二段穂が発生したり、玄米窒素濃度を高めてしまう。分施の場合、穂肥施用後3~4日で葉色に肥効が現れるが、全量基肥では、窒素の溶出が緩やかなため、実際の立ち上がりから、葉色に現れるまで7~10日かかる。初めて実施したほ場では、この時期に穂肥施用を我慢できるかがポイントとなる。

また、肥効特性を反映して、出穂期で1~2日、成熟期で2~4日遅れるが、有効茎歩合が高く、稈が丈夫で倒伏には強い。

おわりに

新しい技術といえば、とかく増収技術とみられるが、本技術はあくまでも省力技術として位置づ

図一6 全量基肥施用法の慣行法に対する収量比(平成3, 4年)



けている。しかし、図一6に示したように現地では増収した事例も多い。新技術の普及によって、慣行技術の見直しが進み、結果的に増収することは期待できる。

また、肥効調節型肥料の肥効は、速効性肥料とは異なり、その溶出特性から水稲による利用率が90%程度と考えられる。したがって、全量基肥施用法は、施肥窒素の玄米収量に対する生産効率も慣行施肥に比べて高く、省資源、環境保全的な意味からもすぐれた施肥法でもある。

全量基肥施用栽培の普及を通じて、施肥診断の必要性の啓蒙を図っているが、その基礎データとなる地力窒素発現量を更に簡便に推定できる手法の開発を行っていく予定である。