

水稻の流入施肥法について

チッソ旭肥料株式会社

技術顧問 草野 秀

はじめに

最近1～2年の農業関係の新聞等に、水稻の流入施肥の記事が時々出るようになった。実際にこの施肥法を知らない人達の声として、「そんな簡単な方法でうまく均一に施肥などできるものか。それは惰農の方法だ。また、排水路の汚染につながる。」などがある。しかし、一度この方法で施肥した農家は、「追肥は流入施肥に限る」と素直に取り入れ、より上手な方法を自分で検討したりして、実用化している。それは従来の手まきや機械まきに比べ、全く楽で、作業はアツと言う間に終わり、しかも自分達がやっていた施肥法に比べ生育むらも少ないなどのメリットを体験できるからである。

昨年までに展示圃や農家等で実施された流入施肥は、当社だけでも100筆以上で、総面積では数十ha以上であったが、数筆を除いてほぼ好結果が得られた。うまくいかなかった数筆の場合は、田面が平らでなかったなどのためである。田面が不均平やその他、流入施肥に不適な条件の水田もある。しかし、土面が平らで灌漑水は適当量、水持ちは良い、などの条件が良い大部分の水田にこの施肥法は適用できる。特に規模拡大され1筆が大区画の水田は、機械追肥が届かず問題とされているが、この方法では均質に追肥も可能で、省

力、低コストの面からも最良の方法と思われる。

現在、流入施肥用の水溶性の専用肥料は、系統では当社の『くみあいあさひマイクロポーラス』だけである。本誌の本年2月号にこの肥料を使った茨城県の流入施肥の優良事例が紹介された。また、昨年10月農林水産省統計情報部発行の農林漁業現地情報（優良事例集のこと）では、新潟県の1.8haの大区画水田で、あさひマイクロポーラスを用いた流入施肥の事例が紹介されている。

この技術は従来試験場→普及所→農協→農家のルートでなく、農家⇄普及所・農協→試験場確認→普及技術のルートをとる革新的方法の様である。ここではこの方法の手引きや、優良事例、これからの課題などを紹介する。

I 流入施肥法の手引き

流入施肥法は、あさひマイクロポーラスのように水によく溶ける肥料を用い、水口流水に肥料を流し込み、流水に任せて急速に溶かし、始めは濃厚な肥料溶液を水田に流し込む。さらに追い水をたっぷり入れ、やや深水状態とした後数日置き、自然の力で均質化した薄い肥料溶液の田面水とし、水の縦浸透で肥料を土壤に吸着させる均質施肥の方法である。

本号の内容

§ 水稻の流入施肥法について	1
----------------	---

チッソ旭肥料株式会社

技術顧問 草野 秀

§ 市販の肥料入り培土でのロングと種籾の 接触施肥による水稻無追肥育苗法	6
---	---

チッソ旭肥料(株)東北支店

1) 流入施肥の仕方と水管理

①施肥前の湛水

施肥前は土面が出ないように、水深が水口で1～2cm(水尻では5cm程度)となるように灌・排水して、浅い湛水状態とする。

落水状態は土壤に気泡が入り、濃厚肥料溶液が水口付近の土壤に入り込むことになり、施肥むらを起こし易いので避ける。

②流入施肥の仕方

必要な施肥窒素量に相当する『あさひマイクロポラス』の袋数を水口そばに用意する。入水を開始後、肥料袋を開け、1袋を1～2分で水口の水とよく混合する場所に流し込む(写真1参照)。

写真 1 流入施肥の仕方



1筆の面積が広く水口が2カ所以上ある場合(例えば1.0haで水口5カ所等)は、肥料も等量に分けて全水口を利用して流入施肥する。これは肥料の拡散均一化を早めるのに役立つ。

③施肥後の灌水

流入施肥が終わっても、追い水の灌水を続け、水口で4～5cm以上になったら水を止め、これで施肥作業は終る。深水にした方が肥料溶液の均質化に役立つ。

④肥料溶液均質化の日数

一般的に肥料溶液は100mの距離でも数時間で水尻に達し、2～4日でほぼ均質化し、減水と共に肥料は土壤中に浸透、吸着される。

⑤施肥後の水尻落水は不可

施肥後の田面水には肥料が溶けているので、数日後の水尻落水は避ける。落水すると肥料を逃がし、排水路の水質も汚染する。

⑥施肥後の水管理

田を干す場合は自然減水を待って干すか、又は暗渠を開口し田面水を土壤にしみ込ませて落水する。湛水を継続する場合も田面が一部見えるまで自然減水し、肥料を土に吸着させた後、灌水する。

2) 流入施肥時の現象

『あさひマイクロポラス』は水に溶け易いので、大部分はすぐに溶けて田面水中で広がる。しかし、肥料中に数%含まれている石膏など水に溶けにくい成分が、灌漑水の流速に応じて流れの弱まった所に水口から数mの範囲で扇状に薄く沈積する。同程度に水面上には泡面も出来る。これらは施肥後の追い水の灌水で次第に減り、2～3時間後にはほぼ消失する。この現象があっても、また、流入施肥時の灌漑水の肥料濃度はかなり濃いわけであるが、一時的であり水稻に全く障害はない。

3) 流入施肥ができる水田等の条件

灌漑水量と水田面積及び減水深は、湛水するときの条件として相互に関係するので、その条件は単純には決められないが、おおよそ次の目安が良いようである。

①灌漑給水量

水口1基で7m³/時 程度以上の給水量が望まれる。この給水量で30a程度の面積まで可能である。目安として1日で5cm程度の水深にできる水量があればよい。

②水田の規模、形状

1筆面積30a(100m×30m)で水口1カ所、水口、水尻間の距離が100m程度までは適用可能である。この場合でも水口は1カ所以上が望ましい。さらに前述のとおり1筆面積が拡大しても水口数が比例して増えれば、大区画水田にも適用できる。

形状に凹凸のある水田で、たまり水の起こる所には、肥料溶液が均一に行き渡りにくい。このような場所は後で手まき施肥する等の補正が必要で

ある。また、水田の本来もっている地力差等による生育むらは、この方法では解消しないので、やはり手まきによる施肥で補正する。

③水田の均平度

水田はなるべく均平で、水口から水尻へ微傾斜し、その高低差が3～5cm程度あるのが望ましい。(日本の水田は平均的にこの程度の差があるとされている¹⁾)。逆に水尻が水口より高い水田には適用しない方がよい。また、基盤整備等で数筆を1筆にまとめ、水尻迄の途中にやや高い(1～2cm)面積部分があると、堤防の役目をして、肥料溶液が水尻側まで届かない場合があり、代かき時に地ならし修正するなど均平化の対策が必要となる。

④減水深

減水深は15mm/日 より少ない水田に適用できる。20mm/日以上では多い程施肥面積が水口側に偏る危険性がある。一般的に漏水田には適用できない。また、常時かけ流し水田では末端排水が水質汚染源となるので適用できない。

⑤畦畔の高さ

流入施肥後はなるべく深水とするので、畦畔の高さは水尻側で8cm以上が望ましい。水漏れを起こすネズミ穴などは、事前や追い水灌漑時に見回り補修する。

⑥灌漑水の水質

粘土等で灌漑水がひどく濁っている場合は避けたほうがよい。パイプラインでは入水初めの水は濁っている場合が多いので、水が澄んできてから流入施肥する。濁り水では肥料が粘土に吸着し、水口付近で沈殿する可能性があり、施肥面積が偏ることになる。

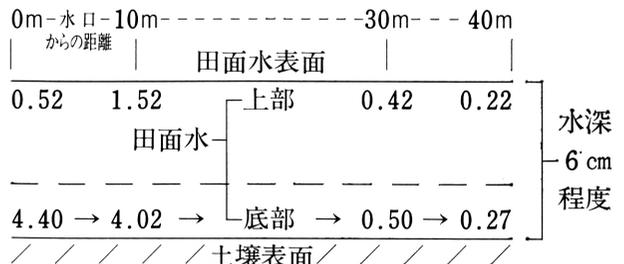
4) 肥料を一様に分布させる機構の推察

流入施肥法でなぜ肥料が田面水全体に一様に溶解分布するようになるかの機構は、十分解明されていない。しかし、多少調査した結果、次の現象を認めた。

灌漑水に溶けた濃厚肥料溶液は田面水より比重が重く、さらにパイプライン方式の灌漑施設では、灌漑水温(24℃等)と田面水温(30℃等)の温度差による比重の違いも加わり、肥料溶液の比重は田面水より明らかに重くなる。その検討結果

の一例を図1に示した。

図1 流入施肥1時間後の田面水中での肥料溶液の広がり方(数値はEC:mS/cm)



図から流入施肥1時間後に水口から10mの地点で、田面水の底と水面付近のECの値(mS/cm)は、底部で4.02、水面付近で1.52と明らかな差があり、濃厚肥料溶液は田面水中でも底を伝わって広がる様子が認められる。また1時間で溶液の先端は水口から40mの先まで広がっていることも伺える。この事実から肥料溶液は底を伝って数時間で水尻まで達し、濃度差及び昼夜の温度差等で上部水と還流混合し、2～4日でほぼ均質な肥料溶液の田面水となると推定される。

5) 流入施肥のメリット

流入施肥の主なメリットは次の通りである。

- ① 人力や機械力での施肥が省略できて、著しく省力、低コストとなる。
- ② 慣行施肥と同等以上の均質な施肥ができる。
- ③ 肥料による葉焼けや作業による根痛みは無い。
- ④ 灌漑水中の流量が多少変化しても問題無い。
- ⑤ クワイなど湛水栽培の作物の施肥にも応用でき、降雨時でも施肥できる(写真2参照)。

写真2 豪雨のなかでクワイに10a当たり窒素16kgの流入追肥



6) 流入施肥の留意事項

①水口側が低い田, 減水深の多い田, 落水した田, 灌漑水量が少ない田, 灌漑水が濁っている田, 等では水口付近に肥料が溜まりやすく, その部分の生育が過多となる。また, 田面に排水用溝を設けた田では, その部分はすじ状に肥料が効くことになる。

②流入施肥はメリットが多いので, 畦畔の低い所は補強して高くし, 灌漑水量の少ない所は増やす等の対策を立てるのが望ましい。

③流入施肥は水田地表近くに施肥成分が吸着される¹⁾ことが知られている。一方, 水稻の幼穂形成期以後の根の伸長は地表付近で多くなることも明らかにされている。²⁾このため, 流入施肥は追肥用として施肥効果は高いと推定され, 最適な施肥方法と思われる。

④水稻の基肥としての流入施肥は, 前記の表層吸着の理由により, 田植え後透水性が落ち着いてから行うのがよい¹⁾と推定される。この場合の施肥効果は前記の追肥より劣る可能性が考えられる。耕起後の半乾状態の土壌での流入施肥では, 水口付近の土壌に肥料は吸着され, 追肥に比べやや不向きと思われる。基肥に対する流入施肥法の開発は今後の検討事項となろう。

II 大区画水田における流入施肥の優良事例

はじめに述べた農林水産省統計情報部の現地情報(優良事例)のうち, 新潟県新津市の善道生産組合の「初の試みの水稻の『流入施肥』一大規模ほ場で省力稲作体系の確立へー」は, 具体的には次のように実施された。

- ①試験の場所: 新津市三興野地区善道生産組合
- ②水田の規模: 100m×180m=1.8ha
- ③供試品種: コシヒカリ
- ④使用肥料: あさひマイクロポラス
- ⑤施肥法: N1.6kg/10aの施肥量で, 平成5年7月24日に180mの長辺両側計9カ所の水口全

部を使用して, 各20kgずつをすべて一人で流入施肥した。作業時間は移動も含め25分であった。追肥はこの後もう一回同じ方法で行われた。

⑥生育相: 流入後, 一時的に一部水口付近の生育が進んだ以外はほぼ均一で, 後には全体がほぼ

写真3 1.8haの大区画水田で流入施肥後の稲の生育状況 (93.9.8)

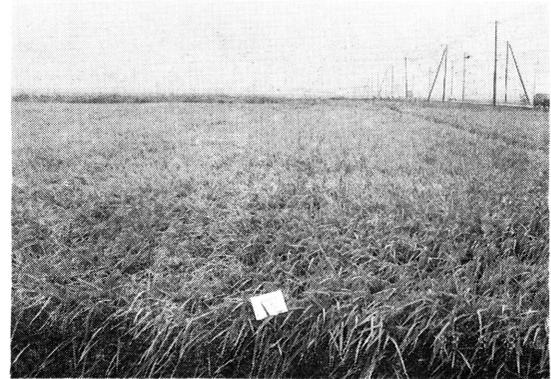
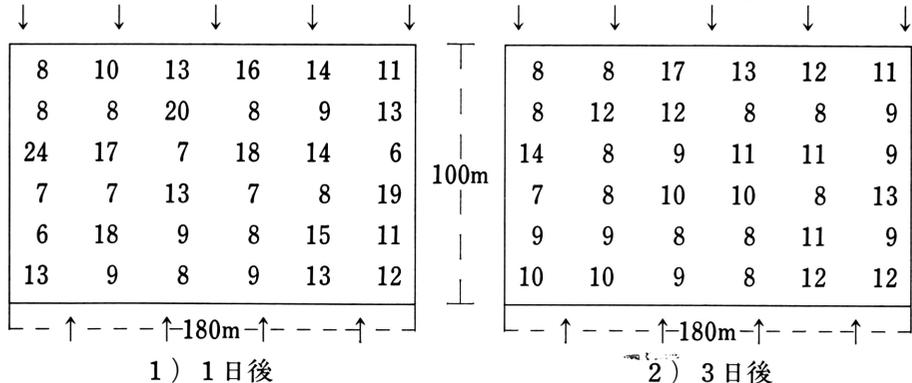


図2 流入施肥1日及び3日後の田面水の窒素濃度(ppm)の分布

[調査測定は新潟県中東蒲原農業改良普及所による]



注: 1) ↓は水口の設置場所

2) 測定はECメーターで行い, 0.1mS/cm=9.4ppm:Nとして換算

均質の生育となった(写真3参照)。
⑦肥料溶液の均質性: 図2のとおりの大体の均質性が認められた。

⑧評価: 前年の15時間の労働時間が更に短縮されることは確実に, 関係者は高い関心を寄せている。

⑨連絡先: 新津市善道町2-11-29

善道生産組合(電)0250-22-7525

[備考: ⑧評価・⑨連絡先は“現地情報”の原文のままである。]

III 使用肥料の選択

流入施肥法は水溶性の肥料であれば全て適用可能と言える³⁾⁴⁾⁵⁾。しかし, 米の品質が注目されて

来た現在では、手軽に追肥ができるからとして、むやみに硫酸等窒素質肥料の単肥多量施用は品質を落とすことになり、避けた方がよいと思われる。

あさひマイクロポラスはこの点でも興味ある肥料で、窒素—リン酸—加里を16—16—10%含み、すぐに水に溶ける泡状の化成肥料である。しかも硝酸態窒素を2.5%（全窒素の15.6%）含んでいる。硝酸態窒素が稲の登熟歩合や稔実を良くすることは、多収穫農家の水稲作の解析等でよく知られている⁶⁾⁷⁾。また、リン酸の出穂前追肥が収量増加につながることも明らかにされている⁸⁾（表1参照）。農業試験場等での解析的調査がないため、本文でデータとしての提示はできないが、あさひマイクロポラスを流入追肥すると、止め葉が大きくなり、しかも立ち上がり、稔実が良くなり、収量も慣行と同等以上となる現象は、前述の茨城県の例を始め数箇所認められた。これらは今後の事例の集積から、より明らかにされるものと期待される。

表1 リン酸肥料施用時期が水稲収量に及ぼす影響〔三宅靖人⁸⁾による〕

処理区 ¹⁾	過石	熔磷	過石 出穂	熔磷 出穂	過石 出穂	熔磷 出穂
年度	基肥100%	基肥100%	35日前 65%追肥	35日前 65%追肥	直前 65%追肥	直前 65%追肥
	kg/a	%	%	%	%	%
1987 収量 ²⁾	48.0	(101)	(104)	(113)	(99)	(101)
1988 収量	48.7	(103)	(106)	(107)	(98)	(99)

注：1) リン酸の施肥量は2 kg/aで、各追肥区の他の35%は基肥に施用

2) (数値)%は過リン酸石灰基肥100%区の精玄米重収量kg/aを100とした指数%

IV これからの課題

肥料を容器で溶解後、水口で滴下、流入施肥する方法は農業試験場等で約30年程前からテストされ³⁾⁴⁾⁵⁾、現在でもごく一部の篤農家で実用化している。しかし、本文で述べた肥料を直接水口に投入する流入施肥法は、必要に迫られた農業の現場で作られた方法であり、イグサ、レンコン等で農家は実施していたようである。このため未解明の課題は多く、試験場等による早急に解決を要する諸問題の解析的試験研究の実施が望まれる。その主なものは、①流入施肥の適用可能な水田等の諸

条件、②肥料の均質分布の有無、③肥料の利用効率、④収量・品質への影響、⑤基肥や他作物への利用の可否、⑥水質汚染の有無等である。

但し、この施肥法は大区画の水田ほどメリットがあり、農業試験場の場内小区画の圃場試験にはむかない性格もあり、現地での実証試験として進めるのが妥当な方向と思われる。一方、展示圃等現場での解析には、肥料溶液の移動、分布、残存量等を直接測定できる電気伝導度計（ECメーター）の利用で最適である。その活用でより良い技術の開発も可能と思われる。

5～10年後には、この施肥法が相当実用化していることを期待しながら、筆を置く。

参考文献

- 1) 石居企救男・秋本俊夫：水田における液肥の利用：土肥誌，38，43（1967）
- 2) 川田信一郎：イネの根，p.26農文協（1982）
- 3) 山崎欣多・久津那浩三・瀬川篤忠・上森晃：水田に対する液体肥料の流入施用に関する研究（第1報）：土肥誌，36，380（1965）
- 4) 石居企救男・秋本俊夫・石上忠：肥料農薬の水運施用に関する研究：埼玉農試研究報告，32，35（1969）
- 5) 西川康之・渡部富男：水稲の流入施肥の方法：農業及び園芸，65，38（1990）
- 6) 諸岡稔・葛西善三郎：幼穂形成期に与えた $\text{NO}_3^-^{15}\text{N}$ と $\text{NH}_4^-^{15}\text{N}$ の水稲による吸収と移動：土肥誌，43，377（1972）
- 7) 清野：水稲多収栽培における硝酸態窒素利用の意義：近代農業における土壌肥料の研究，p.109，養賢堂（1970）
- 8) 三宅靖人：水稲の生育収量に対するリン酸の追肥効果：農業及び園芸，67，1119（1992）