

我国の稲作施肥の変遷 (6)

—増産から調整へ—

ホクレン農業協同組合連合会 (JAグループ)
管理本部 役員室

農学博士 関 矢 信一郎

急変する水稻の生産環境

明治以来、一貫して増産路線をとって来た我国稲作の生産環境は、昭和30年代後半以降、目まぐるしく変化することになる。

昭和36年の農業基本法は、折からの経済の高度成長と相まって農村及び生産様式を一変させた。この中で米の収量の伸びは一旦停滞する。これは従来の生産技術の限界を示すものとされたが、全国的な「米づくり運動」などもあって昭和41年には1,400万tと史上最高の水準に達した。以来、米消費量の低下と共に過剰が生じ、昭和45年からは作付制限(減反)による生産調整が行われ、現在に至っている。

食管制度下の米余りによって生産側には量より質への転換、安全性の追求、低価格が要求され、更に貿易の自由化の圧力かけられるようになった。

水田はもともと環境保全的機能が高いとされていたが、地球温暖化ガスの一つであるメタンの発生や移植時の河川への肥料の流出が問題視されている。

このような背景を持つ、昭和40年代からの30年間の水稻施肥を取り上げる。

なお、この期間の技術の進歩として、以下のものが挙げられよう

- 圃場整備の進展による作業の効率化
- 良食味品種の普及
- トラクター・田植機・コンバイン収穫機・ヘリコプター散布など一連の機械化による労働生産性向上
- 肥料・農業など資材の性能向上と低価格化
- カントリーエレベーターなど調整施設の整備など

収量限界を越えて

—後期重点施肥—

昭和30年代後半の収量増の停滞は、戦後確立した全層基肥—穂肥体系の限界を示すものとされている。この体系では、穂肥は出穂前25日に1.5~2.0kg/10a程度で、収量増に伴う増肥分は主として基肥にまわされていた。このため初期生育は促進されたが、その結果生育前半の過繁茂と出穂後の倒伏が多くなり、登熟不良や千粒重の低下を招くようになった。この傾向は西南暖地では早くから認められていたが、寒冷地でも昭和30年代の保護苗代の普及による初期生育の促進と共に過繁茂が問題となった。

過繁茂は稲体の栄養過多が受光態勢の悪化を通じて収量減をもたらすもので、収量の制限要因が養分不足から稲体の群落構成の欠陥に移行したものとされた。この視点に基づき、昭和30年代後半から多くの試験研究が行われた。

群落構造の改善は、品種改良と施肥を中心とする栽培法の両面から行われた。施肥の面では、水稻の全生育期間を通じての栄養生理の立場から、登熟期の光合成能維持のための窒素供給—後期栄養の確保の重要性が指摘された。具体的には実肥で、籾数の形成にかかわる穂肥に対し、籾を充実させる子実のための追肥と位置付けられるものである。したがって、一定の籾数が確保されているのが前提で、それ以下では効果は期待できないことになる。

実肥は古くから一部で行われていたようであるが、収量水準が低く、また生育後期に必要な窒素が土壌や施用した有機質肥料から供給されている時代では、その効果は一般的でなかったものと思われる。

後に後期重点施肥法といわれる穂肥以後の追肥は、昭和40年代を通じて普及し、施肥標準にも実肥が取り上げられるようになった。一時は収穫直前まで施用する極端な例もあったが、山形農試などの検討により出穂後10~20日以降では効果のないことが明らかとなり、穂ぞろい期が施用時期の中心となっている。

後期重点施肥法の実例

昭和30年代後半から40年代にかけ多くの後期重点施肥法が提案された。その中で県の施肥標準に取り上げられたものをいくつか以下にあげる。

止葉期追肥 北海道では、冷害防止のため全量の80%を基肥に、残りを冷害の危険性を見極めた上で、穂肥として施す分施肥法が標準となっている。しかし、籾数が確保されている場合には、出穂のほぼ10日前の止葉抽出期の追肥は、冷害回避と登熟向上の双方に有効であることが認められ、多収技術となっている。

長野方式 育苗技術の向上により低温下での初期生育が確保できるようになると、①過繁茂を防止するため分けつ確保に最低限の基肥(4~8kg/10a)②有効茎確保、1穂籾数増、登熟性向上のため、出穂前25~18日の基肥とほぼ同量(4~6kg/10a、量が多い場合には2回に分ける)の穂肥③必要があれば実肥も施用する。これは基肥と追肥をほぼ同じ量にするのが特徴である。この結果、700kg/10aレベルの高収が可能となった。この考え方は、東北地方など寒冷地にも共通している。

佐賀方式(後期重点施肥法) 西南暖地では早くから基肥少肥、追肥重点の施肥法が一般的であったが、短稈の多収品種の出現により、施肥法が再検討された。佐賀県では、①分けつ確保のための最小限の基肥(5~6kg/10a)②分けつ促進、栄養凋落防止の(ラグ期対策)ため出穂前50~55日のつなぎ肥(2kg/10a)、③穂数、籾数の確保と登熟性向上のための多量の穂肥(5kg/10a)、登熟性向上のための実肥(1~2kg/10a)の体系を確立した。この方式はラグ期対策の中間追肥が特徴である。ラグ期(lag-phase)

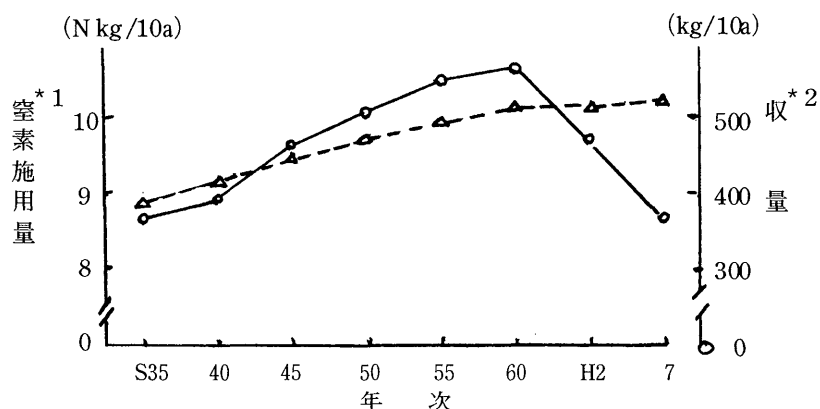
は最高分けつ期から幼穂形成期の間で、この期の生育停滞は栄養生長期の長い西南暖地特有のものとされていたが、移植期が早くなるにつれ、関東地方でも注目される様になった。

山形方式(区分施肥法) 山形県は穂肥発祥の地とされているが、昭和30年代から篤農家技術として出穂後の追肥が行われていた。しかし、増収効果には変動が大きく、一般的ではなかった。山形農試はこれを統括的に試験し、新しい施肥方式を示した。すなわち、①分けつ確保、過繁茂防止のため基肥抑制、②分けつ促進のため移植後7日目の早期追肥、③有効茎確保、1穂粒数の増加のための出穂32日前のつなぎ肥④登熟性向上のための穂ばらみ期(出穂5~10日前)、穂揃い期の追肥、と多数回の追肥を行なうものである。基肥は4~5kg/10a、追肥は1回2kg以下、合計13kg程度となる。この施肥方式はそれぞれの追肥の持つ意義を明らかにし、状況に応じた対応が可能になることから、他の県にも波及した。

深層追肥 青森農試で昭和30年代後半に開発されたもので、基肥を全量の3分の1程度とし、残りを出穂前の30~35日頃、団子肥料として作土の深層(鋤床層直上)に施用するものである。初期生育は著しく抑制されるが、有効茎歩合が高まり籾数が増えて増収する、従来、初期生育促進に重点を置いていた寒冷地で開発された技術として注目された。

戦後、水稻に対する窒素施用量を化学肥料でみると図1に示す様に昭和60年迄増加している。特

図1. 窒素施用量と収量の推移 (5ヶ年平均)



*1 生産費調査 *2 冷害年を除く

図1のデータ (kg/10a)

	窒素施用量	収量
S 35	8.65	393
40	8.9	417
45	9.7	445
50	10.1	471
55	10.5	490
60	10.7	506
H 2	9.75	503
7	8.65	523

必要がある。

- (2) 田植機に用いられる稚苗や中苗は活着がよく、茎数確保が容易で基肥減肥が可能である。
- (3) コンバイン収穫により、生わらが残留するが、これは生育を不安定にするおそれがあり、連用により後期の窒素供給を増加させる。
- (4) 浅耕下では、作土中の養分濃度が高まるので、吸収が早くなり、肥切れも早くなる。
- (5) 移植時の田面水の排除は、河川への肥料流出を増加させる。

などとなるが、いずれも基肥減、追肥増の方向をとるものである。

このような状況においては、昭和40年代に確立した後期重点施肥法の適応性は高く、50年代を通じ、基本的な差はない。また、昭和50年代には収量水準や品種に応じた水稻の窒素吸収パターンと土壌の窒素供給能に合わせた窒素供給法が定着したが、これも追肥回数を増加させた。

いくつかの県の施肥標準の例を表1に示した。

なお、近年生育後期の窒素吸収が食味を低下させるとして、実肥の施用は

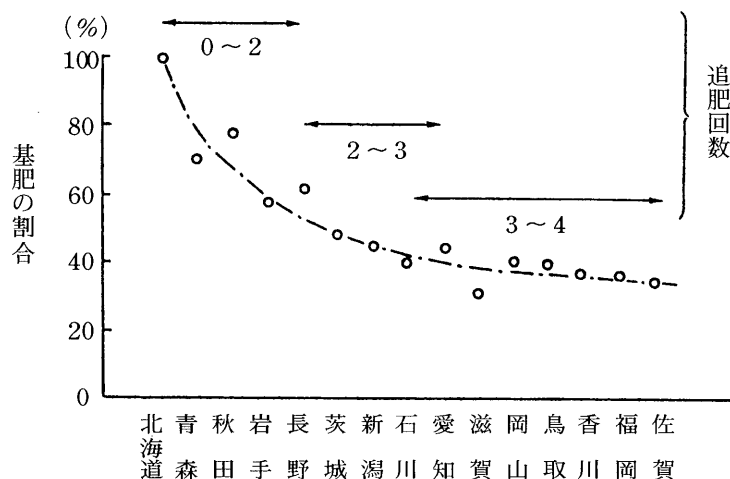
少なくなっているようである。

従来、生産者は施肥標準を上まわって施用しているとされていたが、良食味米生産を目指している現在では標準か或いはそれ以下になっているものと思われる。

戦後、化学肥料の施用量は昭和60年迄、増加を続けた(図1)。窒素でみるとこの頃の11kg/10aをピークに急速に減少し平成8年には昭和30年代の水準となった。この間、収量水準は400kg/10aから500kg/10aとなり、窒素の玄米生産効率は向上している。特に平成に入ってから施肥効率の向上は著しい。これは新しい形態の肥料の開発、施肥法の改良などによると考えられるが、更に解析する必要がある。

農水省の米の生産費調査の資料によって肥料の形態を推定した数値を図3に示した。昭和に入ってから化学肥料は単肥から配合肥料、更に化成肥料と変化した。当初、化成肥料は単肥に比べ割高

図2. 全施肥量に対する基肥の割合と追肥回数 (昭和58年)



に40年代の伸びが著しい。これは後期追肥技術の普及によるものと思われる。基肥と追肥の割合も昭和30年代の80—20から50—50程度となった。当然追肥回数も増加する。図2は、後期追肥の体系が完成した昭和50年代後半の各県施肥標準によって基肥窒素の割合と追肥回数を示したものである。南に行くほど基肥の割合が低下し、追肥回数が多くなっているのを読みとることができる。

生産調整と施肥

—良食味米への転換—

昭和45年からの米の生産調整は、稲作に大きな影響を及ぼした。施肥にかかわるものとしては、コシヒカリ・ササニシキなどの良食味米の作付増がある。ほかには昭和50年代に普及した機械移植、コンバイン収穫、作土の浅層化など、施肥にかかわる技術の変化があった。

施肥法に及ぼす影響を整理すると

- (1) 良食味品種は倒伏しやすいので基肥減肥の

表 1. 施肥標準の例 (平坦・良質米)

(単位: kg/10a)

区 分	基 肥	早期追肥	中間追肥	穂 肥	穂 肥	実 肥
北海道 (中央部)	7.5~9.0			(2.0以内) ¹⁾ (-20~-10日) ²⁾		
山 形	4.0	2.0		1.5	1.5	
新 潟	3.0~4.0	(1.5) ¹⁾	0.8 (-32日) ²⁾	1.5 (-18~-15日) ²⁾	1.5 ⁴⁾ (-10日) ²⁾	2.0 ⁴⁾ (+5日) ⁵⁾
富 山	3.0~4.0	1.5~2.0	0.7	1.5	1.5	1.5
茨 城	4.0			3.0 (-15日) ²⁾		
広 島	5.0		2.0 (1.0) ⁴⁾ (20~25日後) ³⁾	2.0~3.0 (-24日) ²⁾	(20) ⁴⁾ (-10日) ²⁾	
香 川	3.5	2.0 (7~10日後) ³⁾		3.0 (-18日) ²⁾		
福 岡	3.5	1.5 (5~10日後) ³⁾		1.0~1.5 (-18~-15日) ²⁾	1.5 (-10日) ²⁾	0~1.5 (~+7日) ⁵⁾

注: 1) 基肥の一部 (内数) 2) 出穂前日数 3) 移植後日数 4) 葉色診断により要否を判断 5) 出穂後日数

図 3. 水稻肥料の形態の変化

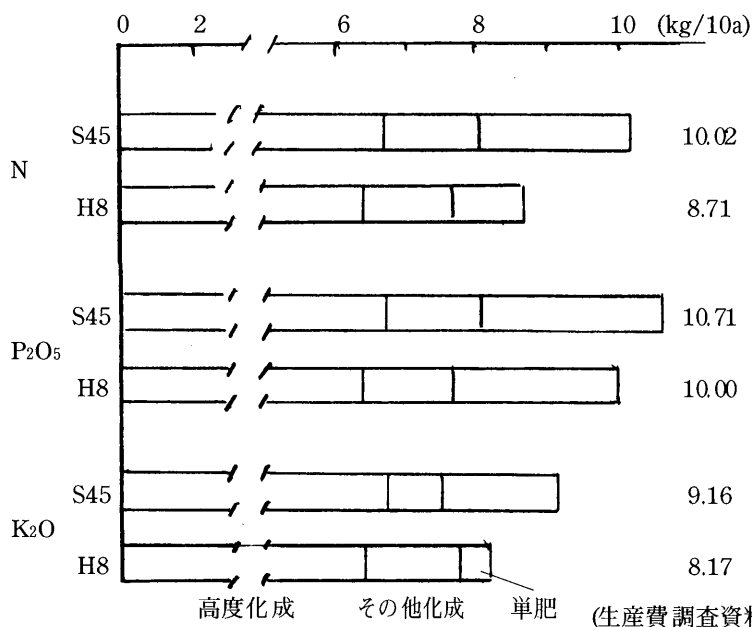


図 3 のデータ (kg/10a)

成分	昭和45年 (S45)		平成8年 (H8)		計	
	単肥	その他化成	単肥	その他化成	計	計
N	4.5	5.5	3.2	5.5	10.02	8.71
P ₂ O ₅	2.7	4.0	2.1	4.0	10.73	10.00
K ₂ O	1.3	2.8	1.8	2.9	9.16	8.17

成分で見ると、平成8年は昭和45年に比べ、窒素は87%、加里は89%となったが、リン酸はこれらよりやや多い93%である。この低下は単肥及び普通化成の減少によるものである。ただ、リン酸は土壌改良資材として単肥でも施用されており、この分が低下を支えているものと思われる。

であったが、昭和30年代から価格が低下し急速に増え、現在では大半を占めるに至った。特に成分の合計が30%以上の高度化成は4分の3となっている。

なお、各都道府県の水稲施肥標準は必要に応じ改訂されている。現行の標準については、現在全農で収集・とりまとめの作業が進行中と聞いてい

る。いずれ公開されると思われるが、その成果を期待してこの稿を終ることとする。

参 考 文 献

- 1) 酒匂常明 日本肥料全書 耕読舎 (明治21年)
- 2) 安藤広太郎 稲作要綱 大日本農会 (明治36年)
- 3) 鈴木富治 米と稲 丸山舎 (大正6年)
- 4) 門田亀一 最近肥料施用法 有隣堂書房 (大正10年)
- 5) 永井威三郎 日本稲作講座 養賢堂 (大正14年)
- 6) 齊藤義一郎 多収稲作法 成美堂 (昭和4年)
- 7) 松木五楼 総合肥料学 朝倉書店 (昭和14年)
- 8) 松木五楼 水稻の肥培 明文堂 (昭和18年)
- 9) 農林省営農改善課 農家の施肥量に関する調査 (昭和27年)
- 10) 農林省研究部 施肥改善合理化指針確立に関する調査研究成績 (昭和29年)
- 11) 農林省研究部 施肥改善調査成績 (昭和34年)
- 12) 日本硫安工業会 水稻の追肥に関する土壤肥料研究集録 (昭和42年)
- 13) 農業発達史調査会編 日本農業発達史2 中央公論社 (昭和53年)
- 14) 村山登 収獲漸減法則の克服 養賢堂 (昭和55年)
- 15) 黒川計 日本における明治以降の土壤肥料考 (上・中・下) 同書刊行会 (昭和57年)
- 16) 土屋又三郎 農業図絵 (日本農書全集27) 農文協 (昭和58年)
- 17) 農林省農産課監修 日本の稲作 地球社 (昭和59年)
- 18) 深谷克巳 日本の歴史9 中央公論社 (昭和63年)
- 19) 岡光夫 日本農業技術史 ミネルヴァ書店 (昭和63年)
- 20) 五十嵐憲蔵 第一次～第二次大戦期の稲作技術, 戦後の稲作技術 (農業技術大系・作物編1, イネ) 農文協 (平成2年)
- 21) 山田龍雄 明治時代の稲作技術 (農業技術大系・作物編1, イネ) 農文協 (平成2年)
- 22) 農水省農林水産技術会議 昭和農業技術発達史2 事務局編 農文協 (平成5年)
- 23) 〃〃1 農文協 (平成7年)
- 24) 農水省統計調査部 作物統計 (昭和31～平成10年)
- 25) 農水省肥料機械課監修 ポケット肥料ハンドブック (昭和58年～平成11年)
- 26) 全農肥料農薬部 施肥診断技術者ハンドブック (平成11年)