

土壤肥料分野からみた水稲収量停滞要因と対策

徳安 雅行 (佐賀県農業試験場)

Stationary Factors of Rice Yield and Counter Measures Masayuki TOKUYASU : Stationary Factors from the Soil Science and Plant Nutrition Section and Counter Measures

昭和40年代になってから全国的に水稲単収は高くなり、九州においても短稈穂数型品種の導入と品種の特性を生かした後期追肥重点施肥法を中心とした栽培技術の確立、普及により飛躍的に向上し、昭和40年、41年の佐賀県の平均単収が日本一となって暖地稲作が注目された。しかしながら、昭和50年代以降の単収は停滞し、とくに有明海沿岸の多収地帯はやや低下しており、原因の解明と対策の確立が強く望まれている。

収量停滞の要因を土壤肥料の面から見た場合、水田地力の低下、水田基盤整備の影響、水田の汎用的利用に対応した肥培管理技術の未熟さ、稚苗機械移植水稲に対する施肥技術の未確立などが指摘される。したがって、ここでは上記の事項を中心にして検討してみたい。

1. 近年における地力の推移

昭和20年代の後半から開始された施肥改善事業による土壤調査成績を基準にして、その後昭和40年代および昭和50年代の水田土壤基本調査成績などを用いて、佐賀県内水田の主な地力要因の推移について比較した結果が第1図、第2図である。

1) 作土深

有明海沿岸および背後地の細粒グライ土並びに細粒灰色低地土に属する水田は従来から中～粗粒質水田より作土深は浅かったが、田植機が普及した昭和40年代の終りころから急速に浅くなってきた。その結果、本県の主たる稲作地帯である佐賀平坦部水田の作土深は10～11cmとなって、手植の時代より2～3cm浅くなった。また本地域

は昭和50年代に入って麦作が定着し、一工程播種作業が普及するにつれて浅耕化の傾向が加速され、現在では作土深がさらに浅くなって10cm以下の水田が多くなっている。

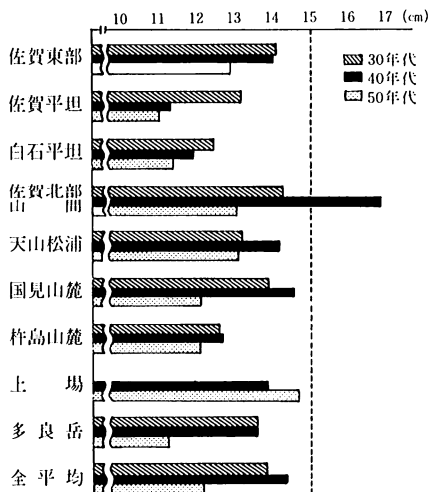
このように作土深が浅くなるのと並行して水田に対する有機物補給源が堆きゅう肥から稲ワラや麦稈に変わり、作土深が浅い場合ほど、あとで述べるような水稲に対する生育障害が顕著になった。また浅耕化によって作土の養分保持量が低下して肥切れしやすくなり、追肥依存度が必要以上に高くなったと推察され、さらに主要根群域が狭くなって高温や低温などの影響を受けやすくなり、出穂期以降の根の活力低下にも関係していると思われる。以上述べたことはいずれも水稲の生育を不安定にするものと考えられ、保肥力の大きい重粘土水田といえども、現在の作土深は浅過ぎると思われる。

2) 作土の化学性

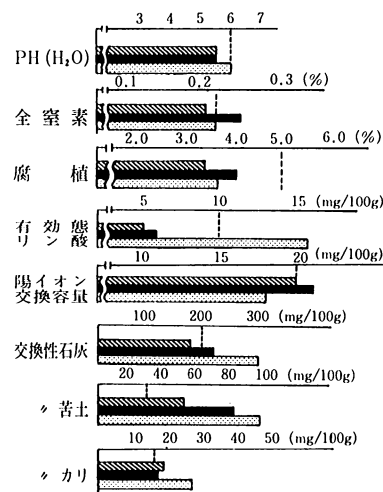
作土の主な化学性について県平均値を示したのが第2図である。pH (H₂O)、腐植、全窒素は昭和30年代に比べて昭和50年代は大差ないかまたはわずかに上昇し、有効態リン酸は約3倍に増加している。また陽イオン交換容量はやや小さくなり、交換性石灰、苦土、カリはいずれも増加している。したがって、分析値で見える限り作土の化学性は九州における水田土壤診断基準値を上回っており、ここ30年間に化学性が悪化したとは考えられない。

2. 水田の高度利用と地力

佐賀県の麦作は昭和48年を最低にしてその後作付率が次第に増加し、昭和59年には65%となり、平坦部では裏



第1図 地域別の作土深 (佐賀農試)



第2図 作土の化学性の平均値 (佐賀農試)

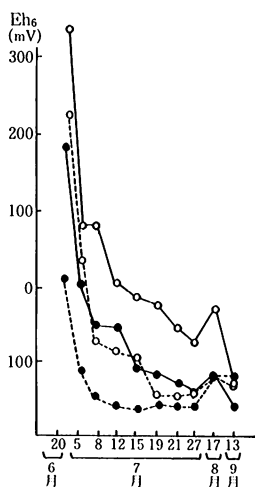
作休閑田は見られなくなった。また、昭和50年代になると大豆を中心とした水田転換畑利用が推進され、麦類や転換作物の作柄安定など汎用的利用を定着させるために暗渠排水施工が普及した。しかし水田の高度利用が進み始めた昭和50年代になってから水稻の収量は停滞し、両者の因果関係について若干検討してみた。

1) 麦作の普及が地力に及ぼす影響

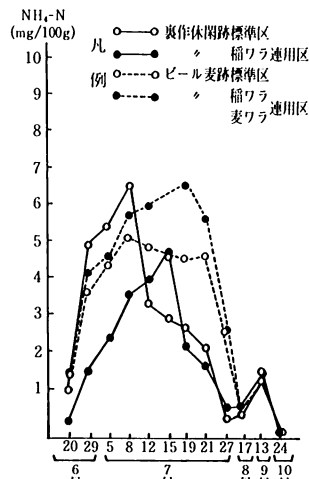
肥料や土壌改良剤の供給が少なかったころは水稻単作に比べて稲麦二毛作は麦類による土壤養分の取奪により地力は消耗するとされたが、肥料等が豊富な今日では有効態リン酸や交換性石灰、苦土等は富化される傾向が認められた。また第1表に示したように、麦作を続けると麦の刈株や根が易分解性窒素源として累積され、麦作が地力に及ぼすプラスの効果として評価される。しかし他方では麦作や転換畑作物の生産安定に貢献している組合せ暗渠により排水機能を強化したことにより有機物の消耗や土壤養分の溶脱が促進されるものと推定されるが、この点については今後の研究成果を待ちたい。

2) 麦作が稲作に及ぼす影響

稲麦二毛作を続けると裏作休閑の場合に比べて稲作期間の土壤の状態が明らかに異なり(第3図, 第4図), 水稻の生育相は初期生育抑制型になる。すなわち、湛水しろかき後Ehが急速に低下し、中干しまでのガス発生量が多く、作土の $\text{NH}_4\text{-N}$ が多くなり最高値が7-10日遅くな



第3図 麦作の有無と作土のEh₆ (佐賀農試)



第4図 麦作の有無と稲作期間の $\text{NH}_4\text{-N}$ の消長 (佐賀農試)

る。水稻は移植後10-15日ごろに二段根の発生や還元生成物等により初期生育が抑制され、麦の多収年次や麦稈施用によりこの傾向は助長される。以上のような特徴は水稻の根の環境にマイナスの影響を及ぼすものが多いので、不良気象年には水稻の収量にも影響する場合があります。稲麦二毛作の水稻は裏作休閑の場合に比べて生育がやや不安定であると思われる。

3) 汎用的利用が地力および稲作に及ぼす影響

水田の転換畑利用が定着し、大豆、飼料作物、野菜類が栽培されるようになった。その結果、水稻に対する前作物が多様化して稲作開始時の土壤肥沃度が多様化し、前作の残存肥料や残渣、残根などの影響で水稻の肥培管理法が複雑になって、画一的な栽培管理を行えば水稻の生育、収量を不安定にしている例が多い。

3. 圃場整備と地力

平坦部水田では表土扱いをしないので主として切土を行った水田の早期熟田化対策を中心に研究が行われ成果が挙げられた。その後クリークの統廃合に伴う用排水路が新設されるようになってから、下層の酸性硫酸塩土壌や物理性、化学性の劣る土壌が表土に混入して、水稻の生育、収量を不安定にしている。総じて物理性、化学性の劣る下層土が表土になるかまたは表土に混入するので、土壌改良の効果が現われるまでの3~5年間は稲作が不安定になり、この間は積極的な土壌改良対策を講ずると

第1表 麦作の有無, わら施用の有無と作土の窒素肥沃度 (出井)

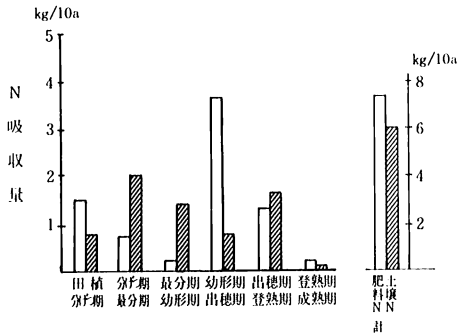
試験区名	T-C %	T-N %	わら施用による 増加率 %	$\text{NH}_4\text{-N}$ 無機化量 30°C mg					
				2週	4	6	8	10	12
裏作休閑 わら無施用	1.19	0.14		6.9	10.4	12.8	12.0	12.3	12.7
" " 施用	1.48	0.15	12.5	9.6	14.5	14.3	15.1	15.5	18.4
稲・麦二毛作 無施用	1.62	0.18		8.8	10.9	12.9	15.0	16.5	17.8
" " 施用	1.92	0.19	9.1	13.4	23.2	24.0	24.3	24.7	25.7

第2表 つなぎ肥と稚苗移植水稻の収量

(清野)

Nの施肥法 kg/10a	玄米重 kg/10a	登熟歩合 %	総粒数 ×10 ⁶ /m ²	穂本数 /m ²	1穂当たり 粒数	Nの玄米 生産能力率
※ 5-2-0-3-3	54.7	92	268	374	72	39%
5-0-2-3-3	61.5	81	365	391	93	42
3-2-2-3-3	67.5	87	361	357	101	42

注) ※つなぎ肥 出穂33日前



第5図 稚苗移植水稻の生育時期別N吸収量 (佐賀農試)

(注) N施肥法 元肥—中追—穂肥—実肥
(kg/10a) 5 - 2 - 5 - 2

ともに改良対策に合致した栽培管理を行うことが大切である。

4. 稚苗移植水稻の特性と収量

昭和40年代後半から稚苗機械移植栽培が普及し、本県の普及率は現在では約96%になっているが、成苗手植が行われていた昭和40年代の10年間の県平均単収と比べて昭和50年代の10ヵ年平均単収は約15kg/10a低下し、原因の究明と減収防止や収量停滞打破技術の確立が要請されている。

稚苗移植水稻は成苗手植水稻より最高分けつ期が5～7日早く、最高茎数が多く、有効茎歩合は低いが穂数はやや多くなり、一穂粒数は少なく、登熟歩合も低い。したがって、低収量水準地帯では成苗より穂数増により増収する例が多いが高収量水準地帯になるほど減収する傾向がある。

稚苗移植水稻は成苗手植水稻に比べて最高分けつ期から幼穂形成期までの生育停滞期が長く、この間に茎葉の窒素濃度が低下して、有効茎歩合が低下し、一穂えい花数が減少する。したがってこの間の窒素栄養維持方策を講ずることが大切であると思われる。

1) 稚苗移植水稻の窒素吸収特性

稚苗移植水稻の生育時期別窒素吸収状況を示したものが第5図である。成熟期までに吸収された窒素14.13kg/10aのうち、生育前半の幼穂形成期までに約46%が吸収されているが、その内訳は肥料から2.35kg、土壌から4.16kgであった。つまり、肥料窒素は成熟期までの吸収量の約31%しか吸収されないが、土壌窒素は63%吸収されており、栄養生長期は肥料窒素よりも土壌窒素の生育に及ぼす影響が大きい。土壌窒素の発現量は地温の影響を強く受けるので、年次による変動があり、発現の時期と量を予測して施肥量や施肥時期に応用する方法については現在研究が進められているが、実用技術が確立されるに

は至っていない。

以上のことから、暖地水稻の窒素吸収特性を要約すれば、肥料窒素は生殖生長期重点吸収型であり、逆に土壌窒素は栄養生長期重点吸収型である。そしてこのことが寒冷地水稻との窒素のレスポンスの相違点であり、寒冷地水稻と比べて肥培管理がむずかしく、生育、収量を不安定にしている要因の一つであると思われる。したがって、土壌窒素の発現特性をふまえた窒素施肥法を、水稻品種の特性、作期や作型などとの関連で再検討する必要があると痛感している。

2) 稚苗移植水稻の施肥法改善

稚苗移植水稻の安定多収を図るためには栄養生長期の窒素施肥法の影響が大きいことに着目して、1977年から3ヵ年九州各県農試で連絡試験を行った。第2表は九州農試の成績であるが、レイハウに対して出穂33日前に窒素2kg/10aを追肥することにより、1穂粒数が増加して12～23%増収した。しかしこの時期の追肥(つなぎ肥)は年次、水稻品種、作型などが違うと減収する事例もあって、作況対応技術として普及したが、基本技術としてはさらに検討する必要がある。

5. むすび

暖地水稻を稚苗移植水稻として捉えて、収量停滞要因と対策について土壌および施肥の面から検討したが、問題点の指摘が多く、対策については今一つの感がある。したがって、土壌肥料分野からの対策技術を確立するためには、地力増強技術と施肥技術を組合せた対策技術の研究を推進する必要があると考える。