

## 「米作日本一」以降の多収研究

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

農業技術開発の根底には収量水準の向上があり、試験研究もこれを意識して行なわれている。しかし、我国においては昭和45年の水稻生産調整開始以降、水稻の目標とする研究は肩身が狭くなっている。以下では「米作日本一」以降ほぼ20年間の研究・調査の結果をいくつか紹介したい。

### 水稻の収量限界向上に関する研究

米の自給がほぼ達成された昭和30年代後半、水稻収量の伸びが停滞した。農水省は昭和41年から4年間全国の地域農試を総動員して「水稻収量限界向上に関する研究」を行なった。その中で各地域における多収の可能性とその栽培法を検討した。この研究が終了した翌年から生産調整が始まったのは皮肉であるが、研究成果はその後の研究に活用されている。

### 高収水稻の形態・機能の特徴

高収水稻が備えている形態や機能上の特徴は後述する様に地域性があるが、共通しているものもあることが明らかになった。

①高収水稻の形態は、早播き、早植え、密植などによる初期の生育量の確保によって作られる。

②高収水稻の形態は上位葉が短かく、直立型で

施肥により受光態勢が劣化しにくい品種により形成されやすい。

③程が太く比較的短程で耐倒伏性の強い稲から作られる。

④700~800kg/10aの収量は $m^2$ 当りの穂数が400、籾数が $3.5\sim 4.5\times 10^4$ 、登熟歩合80%で達成される。

⑤出穂期のLAIは5~8程度である。

⑥下位葉の枯上りが少ない。

⑦地下部の老化が少ない。

このような形態と機能を持つ品種の選択と、これに適合する栽培技術で実行されたのが高収水稻である。

### 高収水稻の地域性

表1に高収水稻の地域性を示した。

収量水準は700~900kg/10a、当時の平均収量の180%程度とした。この水準の収量を可能とする品種が各地域において揃っていた訳ではないが、具備すべき特性は示されている。地域性を見ると穂数・籾数など収量構成要素は北ほど高く、全量・稈長、LAIなどは南ほど多くなっている。

栄養条件では、各地域とも葉身窒素濃度が高く経過し、生育後期でも2.5%以上となっている。

表1. 地域別高収条件

項 目 \ 地 域	北海道	東 北	関 東	北 陸	東 海	中 国	北九州
目標収量 (kg/10a)	700~800	850~900	750~800	700~800	700	750	700~750
全 量 ( % )	1,450	1,800	1,700	1,600	1,750	1,900	1,780
もみ・わら比	1.3	1.2	0.9	1.3	0.9	1.0	1.0
出穂期 LAI	4~5	5.5~6	9.5	5.5~6.5	7	7~9	6.8
葉身N濃度 幼形	3.9	3.0	2.9	3.4	2.5	2.4	2.9
(%) 出穂	3.2	2.4	2.3	2.9	2.7	2.3	2.6
収穫	1.1	1.6	1.2	1.3	1.9	1.1	1.3
登熟期N吸収割合 (%)	15~20	20	30	20	10	18	30

(枝会, 研究成果 49 : 1971)

窒素吸収パターンも同様で、出穂後に20～30%吸収されている。収穫時の吸収量は800kg/10aレベルで13～20kg、北は少なく南で多くなっている。これは窒素の生産効率が南ほど低いことを示すが、従来の数値に比べると両者の差は小さくなっている。

**施肥法**

昭和30年代後半から後期栄養が重視され、所謂後期追肥が取り入れられたことについてはすでに述べた、このプロジェクトの中でも、後期栄養・後期追肥の解析が行なわれた。すなわち、基肥を

玄米100kg当りの三要素要求量を、窒素—リン酸—カリで、2—1—3.3kgとすれば、800kg、では16—8—26.4kgとなる。土壌から8kgの窒素が供給されるとし、利用率50%とすれば16kgの施用が必要となる。この3分の2から2分の1を基肥とし、残りを2～4回に分けて施用するのが標準的である。

表2に各地域の基本型を示した。

施肥と表裏である上づくりには、米作日本一におけるような多労を前提とするものは少なく、稲わらと珪カル・熔リンの施用が堆肥に代っている。

**表 2. 各地域の多収のための施肥体系 (窒素)**

(N kg/10a)

地 域	目標収量	基 肥	活着肥	つなぎ肥	穂 (幼形)	肥 (止葉)	実 穂揃	肥 出穂後	計	堆 肥 等
北海道 (肥)	700	6~8				4			10~12	1,000
	~ 800	10~12				4~6			10	1,000
東 北	850								8~16	後期 重点
	~ 900									
関 東	750	11.3		2	2				15.3	
	~ 800									
東 山	800	11							11	
	~ 900									
北 陸	700	4~6		4	3			3 (必要に応じ)	11~13	
	~ 800									
東海 (平坦)	700		12~13					6~8	18~22	
(山間)	800		13					5~6	18~19	
	~ 900									
中 国	750	4	3	3	3~4			3~5	16~18	
九州 (早期)	750	8		1~2	3	3			15~16	
(普通)		8		0~1	3	3			14	

(技会, 研究成果 49: 1971)

減らし、穂揃期頃迄追肥を続けることにより、登熟性の向上が可能であることを理論的に裏付けた。基肥の減量は無効分けつを制御し、過繁茂を防止すると共に、下位節間の伸長を妨げる。穂肥の施用法として過繁茂を防ぎつつ一穂粒数を増加させる時期と量とが検討された。

減数分裂期 (出穂約10日前) 以降の追肥は葉身の窒素栄養を確保し、登熟性の向上に有効であることが認められた。一方、当時一部で行なわれていた出穂後の追肥の効果は認められない場合が多かった。

**多収事例の収集**

農水省は超低コスト生産の一環として超多収を想定するプロジェクトを行なった。この中で水稻多収事例を収集している。以下にその事例を紹介する。

**東北地域**

東北農試は東北地域の国公立農試における700kg/10a以上の多収例を昭和51年から60年迄について収集した。

事例数は402、そのうち800kg/10a以上は225であった。

表3. 東北地域における多収事例の平均値

品 種	収 量 kg/10a	葉身窒素濃度 (%)			窒素吸収量 (N kg/10a)		
		幼形期	出穂期	収穫期	幼形期	出穂期	収穫期
全 体	855	2.09	1.46	0.77	10.08	14.94	19.02
アキヒカリ	855	2.28	1.58	0.85	9.77	15.18	19.81
キヨニシキ	861	2.09	1.63	0.73	12.21	16.98	19.32
ササニシキ	818	1.26	1.21	0.49	7.75	10.55	14.58

(技会, 研究成果 275 : 1992)

特徴をまとめてみると(表3),

①品種はアキヒカリが多く, キヨニシキ, ササニシキ, トヨニシキの事例がある。800kg以上では, モミ・ワラ比1.3, m<sup>2</sup>当り穂数500, 一穂粒数

表4. 代表的な施肥体系

(800kg/10a)

場 所	品 種	基 肥 活 着 肥 つ な ぎ 肥			穂 肥		実 肥		計
		幼形	止葉	出穂後	出穂前	出穂後			
秋 田	アキヒカリ	7	2		2			11	
	秋田 39	7~9	2		2	2		11	
	アキヒカリ	7~8		2~7				10~13	
山 形 (本場)	トヨニシキ	4		2	2	2		10	
	アキチカラ	7	3	2	2			14	
山 形 (置賜)	キヨニシキ	4		2	2	2		10	
	山形 22	6	2	2	2	2		14	
福 島 (冷試)	アキヒカリ	7			2		2	11	
	ササニシキ	6			2	2		10	
	はなの舞	8			2			10	

(東北農試: 1992より)

表5. 多収農家の施肥体系事例

(N kg/10a)

場 所	品 種 収 量	基 肥	つ な ぎ 肥	穂 肥	実 肥	計	備 考
青森(柏村) (昭59)	アキヒカリ 1,008	0.8		6 (深層 -35)	1.4 (穂肥)		相馬氏
〃(田倉館村) (現況)	つがるおとめ 650	5~6	*	*	*	*	市町村平均 収量日本一級
秋田(各地)	あきた39	7~9 2 (活着)		2 2 幼形 減分			実証試験
山形(農試) (昭61)	山形22 1,000	11 (緩効性8)		5 2 (-30) (-15)	1.5 (-2)		耕深20~25cm 堆肥2t
山形(庄内) (昭52,61)	ササニシキ 750	4.5 2.2	(1)	1~2 (1~2回)	1 (穂揃)	10	米づくり庄内 (競作田の平均)
		4.5 (1.5)	(1~3)	7 (2~5回)		12	
山形(高島町) (昭60)	ササニシキ 800	1(十豚ふん 堆肥1.5t)	2 (2回)	4.2 (4回)	1.8 (2回)		佐竹氏, 追肥 は有機化成

( ) は追肥時期, (-35) は出穂前35日 \*は調査中

90, m<sup>2</sup>当り粒数4.7×10<sup>4</sup>, 登熟歩合82%, 千粒重22.2gである。

②窒素吸収量は収穫時19 kg/10a, 幼形期10.1, 出穂期14.9kgである。また, 葉身の窒素濃度は幼形期2.09%, 出穂期1.46%であった。

③900kg以上では, 粒数が多くなり, 登熟性が低下する。窒素吸収量は著しく多くなり, 窒素の生産効率は更に低下する。

④土壌型は各農試圃場でグライ土, 灰色低地土, 黒ボク土が多い。いずれも稲わら全量かそれに相当する堆肥が施用され, 土壤診断に基づいて土壤改良資材が投入されている。

⑤施肥法の代表的なものを表4に示した。また表5に農家や現地実証試験の結果を示した。

北陸地域

北陸農試では昭和62年, 普及所へのアンケート調査によって多収事例を収集した。ここでは, コシヒカリ540kg/10a

以上の186例が集められたが、このうち660kg以上の14例についてまとめてみる。

①北陸地域に分布する殆んどの土壌型から出現し、作土の土性にも一定の特徴は認められない。耕深は12～18cm、平均15cmであるが9cm以下、19cm以上の例もある。

②有機物施用は稲わら全量還元が多く、堆肥は殆んど施用されていない。珪カルなどの土壌改良材はほぼ毎年施用されている。透水性・水持ちはほぼ中庸である。本暗渠、補助暗渠は無い方が多い。

③施肥法としては、基肥0～7kg/10a、追肥2～4kgの例が多く、根付肥はほぼ半数の事例で施用されている。つなぎ肥以降は葉色診断により、時期や回数を調整している。穂肥は1～3回、2、3回の事例が多く、1回1～2kgである。実肥もほぼ半数の事例において1～2kgを1回施用している。

④水管理（中干し）はほぼ全ての事例で実施されており、溝切りも同様である。

北陸農試ではこの調査を基にいくつかの農家について追跡調査を行なった。表6に施肥体系を示した。

農家間の差は大きい、B農家を除けば11～15kgの窒素を5～9回に分けて施用しており、実肥も2～3回と多い。いずれも葉色診断に基づいて施

用しており、これは葉色診断が多肥をもたらす側面のあることを示している。

収量水準は660～720kg/10aで必ずしも高くないがアンケート調査とほぼ一致している。なお米質は実肥の影響もあり、B農家を除きやや低い。

最後に高収県長野の事例を挙げて置く。県南のこの地区では例年コシヒカリ800kg/10aの収量を上げているが、この年は苗質が不良で初期生育が劣り、穂数不足から低収に終わった。構成要素はm<sup>2</sup>当り穂数392、籾数3.8×10<sup>4</sup>、登熟歩合88.5%で760kg/10aであった。ここでの施肥法は多量の窒素の3分の1を基肥とし、残りを穂ばらみ期に施用するのが特徴である。

上記の二地域は従来から多収地域とされていた。今回の多収事例を昭和40年前半に実施された「水稻収量限界向上に関する研究」において取りまとめられた地域毎の多収条件と対比してみると

①収量水準はほぼ目標値に達している。

②収量構成要素もほぼ目標値に近い。

③品種は交替しているが、特に多収品種だけではない。

④土づくりはむしろ後退している。

⑤施肥法は全量が増え、後期重点の多回数施肥が行なわれている。

表6. 北陸地域の多収農家の施肥体系

(kg/10a)

(1)

農家	基 肥	根ツケ肥	ツナギ	穂 肥	実 肥	計	回 数
A	3.3		1.2	1.2+1.2+1.2+1.2	1.5+2.1+2.1	15.0	8
B	3.6			3.0	1.0	7.6	2
C	2.1+2.2		0.7	1.1+2.4	1.4+0.9	10.8	5
D	3.6	2.4+1.2		1.7+1.8	1.8+1.8+0.9	15.3	7
E	1.2+4.9*1	1.2+1.2	0.8	1.5+1.8+1.5	1.2+1.8+1.5	18.6	9
F #	6.0 (表層)			5.0+4.0+5.0 (-22)(-17)(-12)*2		20.0	3

\*1：醗酵けいふん、\*2：出穂前日数 #：(信州大：北陸作物学会報，1992)

(2)

農家	所在地	土 壤 型	備 考	収量 (kg/10a)
A	白根市	細粒グライ土	側条施肥	690
B	堀之内町	〃	500kg牛ふん堆肥	720
C	広神村	中粗粒強グライ土	側条施肥	680
D	入善町	礫質灰色低地土		665
E	〃	〃		660
F #	伊那市			760

(枝会，研究成果275：1992)

「超多収品種の開発」

「超多収」プロジェクトでは高収の外国品種及び本プロジェクトで育成したジャポニカーインディカ(日印)交雑種を供試し、各地域農試で栽培試験を行なった。表7に昭和56年から63年迄の各年次における最高収量を掲げた。

平均でみると北海道・東北地域では外国品種が最高収量とならないのに対し、関東以南の地域では外国品種が高位を占めており、北陸地域では育成品種が高収を上げている。これは、暖地では、外国品種の導入で高収が可能であるに対し、寒冷地では日印交雑の品種が必要であることを示している。また、従来観察されていた収量水準の東高西低は日本品種栽培下での傾向とみるべきであろう。

日本品種・外国品種を通じ、早植え、密植、多肥が多収稲の共通条件とされている。外国品種は日本品種に比べ、出穂前の乾物生産量が多く、最終乾物量はさほど大きくならない。しかし、穂への移行率が高くこれにより高収となっている。養分吸収量はいずれも増加するが、窒素に比べリン酸・

表7. 各地域の栽培試験における年次ごと、グループごと最多収事例

年次	精玄米収量 (kg/10a)								平均
	5 6	5 7	5 8	5 9	6 0	6 1	6 2	6 3	
寒地(北海道)育	598	902	703	898	736	654	636	699	728
東北(比)育	667	653	716	771	741	687	786	<u>860</u>	735
寒冷地	655	697	739	789	754	799	875	<u>877</u>	773(105)
北陸(比)育	573		657	684	653	<u>755</u>	719	695	677
印			625	793	718	<u>857</u>	798	827	<u>768(113)</u>
関東(比)育	602	581	500	600	560	582	550		568
印					<u>627</u>	607	598		<u>608(107)</u>
中国(比)育	641	605	575	<u>856</u>	730	709	817		674(119)
印	<u>895</u>	608	639	643	619	669	592	610	625
四国(比)育		740	774	<u>789</u>	747	766	754	742	<u>760(122)</u>
九州(比)育	950	861	778						<u>863(138)</u>
暖地	638	654	606	633	642	672	<u>715</u>	638	650
印		744	703	737	769	767	<u>780</u>	<u>780</u>	<u>754(116)</u>
九州(比)育	962	<u>1010</u>	920	928	883	875	863	843	875(135)
印	<u>713</u>		623				473	740	639
九州(比)育			726				537	<u>824</u>	<u>696(109)</u>
九州(比)育	885		763	649		685		<u>924</u>	781(122)

・比：比較日本品種，育：育成系統，印：半矯性インド型品種

・( )内は対比較品種

・アンダーラインはグループごとの最多収事例

(平成元年度：超多収推進会議資料)

表8. 超多収稲の施肥法

(N kg/10a)

農試	品種収量	基肥	つなぎ肥	穂肥	実肥	計
北海道(札幌)	北海258 750	16(4表層)		1.5 2.5 3.0 幼(-18)(-10)		23
東北(大曲)	奥羽326 900	7	2 3 (穂首)	3 2 幼形 減分	3 出穂	20
山形(置賜)	奥羽326 900	6 2 (活着)	2 2 分けつ 穂首	2 2 幼形 穂孕	2 穂揃	18
農研センター(つくば)	関東145 900 外国稲 900~1,000	12 12		3 3 (-20) (-10) 4 4 (-20) (-10)		18 20
北陸	北陸129 800	7		2 2 2 幼形 減分 穂孕		13
中国	アケノホシ 750	8		3 3 (-25) (-15)		14
四国	アケノホシ 750 外国稲 800	6 6	3 分けつ 3 "	3 3 幼形 減分 3 3 " "	3 穂揃 3 "	18 18
九州(早植)	西海 850 アケノホシ 800 外国稲 800~900	7 7 7		8 幼形 8 " 8 "		15 15 15

( )：追肥時期，(-15)：出穂前15日

カリの増加が著しい。このようなことから、施肥法としては基肥を減らさず、穂肥を分けて施用している。表8に各地域の代表的な施肥体系を示した。

いずれも当時の基肥及び追肥のそれぞれに増肥したもので体系としては大差ない。ただ、農研センターの例では、18Kg/10aの全量基肥で800kg/10a水準の収量を示す品種もあった。なお、各地域農試ほ場の土壌はグライ土か灰色低地土で、稲わら全量還元の外には特別な土壌改良はしていない。

超多収品種はそれぞれの特性を生かせるほ場で適切な肥培管理を行えば、1t/10a以上の高収は可能と思われるが、低コスト生産を目標とするプロジェクトのため、実証はされていない。

**緩効性肥料による多収穫**

前述した多収穫事例の中に緩効性肥料により、基肥のみ又は追肥回数削減の例が含まれている。現在では緩効性肥料の使用は慣行となっているが、多収穫における先駆的な事例として紹介する。

表9は山形農試の現地試験の例で、一度の緩効性肥料の追肥と2～4回追肥の慣行追肥との比較である。25例中22例で平均4%増収した、表はそのうち700kg/10a水準の6例である。

農研センターでは緩効性肥料の基肥のみによる多収の可能性を検討し、外国品種ではあるが800kg/10a水準の収量を得た。結果を表10に示した。また窒素の吸収パターンの緩効性肥料区と硫安分施肥区の類似性を図1に示した。表10の収量構成・決定要素にも両区の類似性が示されている。

**表9. 追肥における緩効性肥料の効果**

(kg/10a)

品 種	収 量			追 肥	
	慣行	緩効性	比	慣行	緩効性
ササニシキ	713	701	98	7.8 (2)	5.3 (-36)*
	724	758	104	2.6 (2)	6.0 (-23)
	743	769	103	5.5 (4)	6.0 (-39)
キヨニシキ	732	778	106	3.5 (2)	6.0 (-37)
	712	767	108	3.5 (2)	6.0 (-27)
	705	679	96	3.5 (2)	3.6 (-43)

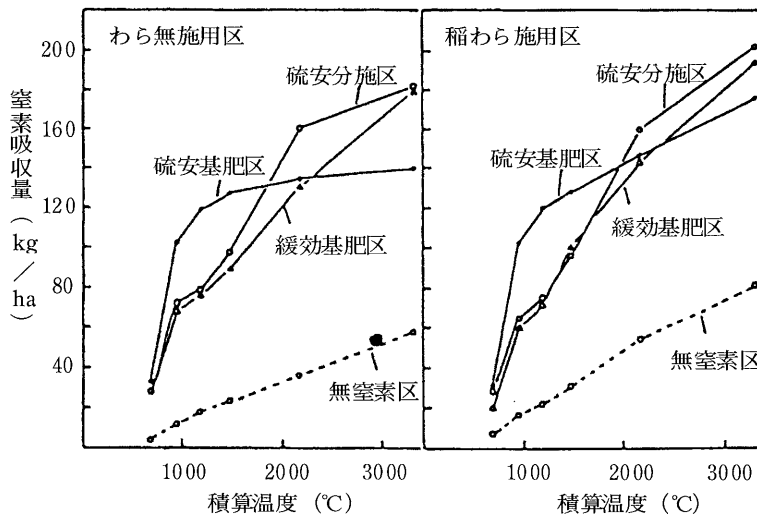
\*：出穂前日数 (山形農試, 田中：1985)

**表10. 分施肥区と緩効性肥料区の収量及び収量構成要素の比較 (水原258号)**

区	精玄米重 (t/ha)	穂数 (本/m <sup>2</sup> )	モミ数 (×10 <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )	登熟歩合 (%)	千粒重 (g)
硫安元肥	8.23	447	455	81.1	22.3
硫安分施肥	8.70	415	486	82.2	22.0
緩効元肥	8.66	424	474	83.0	22.5

\* 施肥窒素 200kg/ha (元肥区), 120+40+40kg/ha (分肥区) (農研センター：1990)

**図1. 窒素吸収パターン (水原258号)**



(農研センター：1990)