

土壤養分吸収条件からみた県内数地区における 水稲「中生新千本」の収量性について

上本 哲・中沢征三郎・宮地 勝正・
谷本 俊明・松浦 謙吉

キーワード：水田土壌，水稲収量，土壤養分，養分吸収，土壤管理，施肥管理

広島県の中南部に広く栽培されている中生新千本は、1954年に採用された水稲奨励品種³⁾である。草型は穂数型であり、稈は短くやや細いことから倒伏しやすい。また、いもち病のは場抵抗性は中程度で白葉枯病や籾葉枯病に弱く、秋落ちしやすいうえに腹白米、乳白米の発生が多く、見かけ上の品質が劣るなど、どちらかといえば欠点の多い品種といえる。しかし、比較的作りやすく収量も他の品種に比べて遜色がないこと、食味が良いなどの点から、農家では人気の高い品種である。1984年の作付面積は14,874haで、県全体の38%に及び、第2位のアキツホが5,883ha(15%)、第3位のホウレイが3,389ha(9%)であることから、この品種の人気の高さがうかがえる。とくに、標高300m以下の地帯に栽培されており、この地帯の60~70%を占める主要な水稲品種である⁴⁾。筆者らは土壤保全調査事業¹⁾の各種の現地調査結果から、中生新千本の収量や品質(等級)が各地域によってかなり異なること、また、同一地域や同一市町村内においても、収量や品質の幅が他の品種に比べて大きいなど、本品種は気象、土壌及び栽培条件の僅かな違いにより、収量、品質に大きく影響を受けると推定した。上記のことを改善するために、前述の土壤保全調査事業で実施したいくつかの調査結果をもとに、県中部及び南部の数地区における中生新千本の生育、収量と土壤養分、水稲の養分吸収との関連を検討し、今後の土壤管理、肥培管理上の資料を得たので報告する。

調査地区の概要，調査内容及び方法

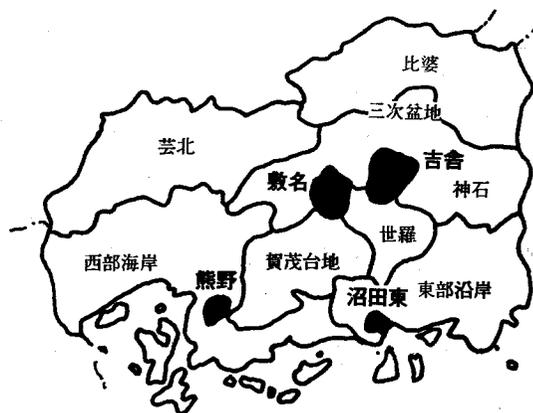
1. 調査地区の概要

県南部は沼田東、熊野地区、中部は数名、吉舎地区を調査地区に選定した。第1図に県の農業地域区分と各調査地区の位置を示す。

沼田東地区は三原市の西部に位置し、県の農業地域区分では東部沿岸農業地域に属する。沼田川の下流域に発達した沖積地である。水田の標高は1.5~4.5mで、沼田川及び地区内の天井川の水位より低い部位もみられ、自然傾斜は1/3,000~1/4,000でほぼ平坦である。

従来、本地区は低湿地のため米単作地帯であったが、1963~1970年、1971~1980年の二期にわたって行われた県営かんばい事業、1973~1982年にかけて行われた県営ほ場整備事業による排水路の整備、暗渠工事等により、徐々に乾田化の傾向にある。しかし、土地環境的にみて低標高部では依然として高地下水水位による強湿田が広く分布している⁵⁾。湿田では土壤養分の流亡、溶脱が小さいこともあり、長年にわたる湿田の歴史は必然的に土壤管理の粗放化を生み、その結果、現在でも土壤養分状態は不良である。しかも、近年の乾田化は土壤養分の流亡溶脱を促進させ、一層養分状態を不良にしている。

熊野地区は安芸郡熊野町及び広島市安芸区阿戸町全域が該当する。農業地域区分では西部沿岸農業地域に属す



第1図 広島県の農業地域区分及び調査地区位置図

る。水田の標高は190~320mで、その大部分は250m以下に分布する。広島市、呉市に隣接するため、住宅地としての発展が著しい。1農家当りの耕地面積は40aに満たない典型的な2種兼業農家地帯である。現在、は場整備事業等による区画整理は、ほとんど行われていないため、水田の形状は不整形で狭小なものが多い。

敷名地区は双三郡三和町の東部に位置し、農業地域区分では三次盆地農業地域に属する。調査地区は中央に美波羅川を有する帯状地形で、中央は沖積低地、周縁部は洪積世堆積物からなる台地状地形である。水田の標高は280~320mである。また、低地には周囲の山から地下水や伏流水の流入がみられ、湿田、半湿田の分布割合が高い。本地区は全域にわたっては場整理が行われ、水田の区画、用排水路及び農道は整備され、土地条件はきわめて良好である。

吉舎地区は双三郡吉舎町のほぼ全域が該当する。農業地域区分では、敷名地区と同様に三次盆地農業地域に属する。水田は馬洗川、上下川の2大河川沿いの比較的平坦な沖積低地に分布するものと、谷地形、山麓斜面に分布するものに大別される。水田の85%は標高300m以下に分布しており、土地条件は比較的良好である。

2. 調査地区の気候

各調査地区の年平均気温及びそれぞれの調査年次における月別平均気温を第1表に示す²⁾。

年平均気温は南部の沼田東地区で最も高く14.7℃、中部の敷名地区が最も低く12.9℃で、その差は2℃程度である。しかし、水稲栽培期間中で比較すると、南部と中

部ではかなりの違いが認められる。中部の敷名、吉舎地区の田植え期は5月中旬で、平均気温は16.0、16.6℃に対して、南部の熊野地区は6月上旬で20.5℃、最も遅い沼田東地区で6月上~中旬で20.0℃(それぞれ調査年次の気温)で中部と南部では4℃の違いがある。また、南部の水稲は最高気温が出穂期前に、中部の水稲は出穂期後に来るなど、水稲生育期間中の気温の推移にはかなりの違いが認められる。このことは、水稲の生育、収量に与える影響も大きく異なるものと考えられる¹⁰⁾。

3. 調査地区の土地、土壌条件

第2表に各調査地区の土壌型¹⁷⁾別分布面積を、第3表に土壌の性質を示す。

沼田東地区は沼田川の下流域に発達した沖積地で、全域が水積土であるが、下層が海成沖積層からなる部位もみられる。第3表の土壌型別面積から明らかなように、強湿田の占める割合が高く、強湿田51%、半湿田29%及び乾田20%である。作土の腐植含量は平均2.1%、全窒素0.11%、有効態窒素含量(風乾土 $\text{NH}_4\text{-N}$ 生成量、以下同じ)は10.1mg/100gと少なく、地力窒素に乏しい土壌である。また、保肥力の目安である陽イオン交換容量は7.8meで小さい。自然肥沃度が低く土壌養分に乏しい水田である。

熊野地区の水田土壌は黒雲母花崗岩に由来する中粗粒質の残積、水積土と、洪積世堆積物及び流紋岩の風化土壌の細粒質残積土からなる。乾湿田別にみると、乾田が96%を占めており沼田東地区とかなり異なっている。作土の腐植含量や陽イオン交換容量等は沼田東地区に比べ

第1表 調査地区の気温、降水量

調査地区名	調査年次	年平均気温	調査年次の月別平均気温						年降水量 mm
			5月	6月	7月	8月	9月	10月	
沼田東	1983年	14.7	17.6 (0.3)	20.8 (-0.4)	24.5 (-1.2)	28.0 (1.0)	23.7 (0.7)	16.9 (0.0)	1,286
熊野	1985年	13.9	17.8 (0.8)	20.3 (-0.7)	25.9 (0.4)	27.4 (0.6)	23.6 (0.9)	16.9 (0.7)	1,572
敷名	1983年	12.9	16.7 (0.7)	19.6 (-0.4)	23.1 (1.5)	25.6 (0.1)	21.3 (0.3)	13.9 (-0.4)	1,559
吉舎	1985年	13.0	16.9 (0.6)	19.8 (-0.6)	24.7 (0.0)	25.9 (0.4)	21.7 (0.4)	15.1 (0.4)	1,497

広島県メッシュ気候図による、()内は年平均気温との較差

で大きいものの、南部の水田としては、ほぼ平均的な値である。有効態窒素含量は12.9mg/100gで沼田東地区より3.0mg程度多い。

中部の数名地区は強湿田、半湿田の割合が高く、土地も粘質が多い。帯状地形の周縁部の棚田はとくに強粘質で物理性が不良である。中部地域の土壤としては腐植に乏しく、陽イオン交換容量の小さな保肥力の弱い土壤である。また、有効態窒素含量も12.9mg/100gと少なく、地力窒素に乏しい水田である。

吉舎地区は中小河川の流域に大部分の水田が分布しており、そのほか一部の台地状地形を除いて山麓傾斜地に分布する。低地と棚田の割合は3：1程度である。乾湿田別では80%以上が乾田である。土性は60%が粘質に区分される。作土の腐植含量、全窒素及び有効態窒素含量は他の調査地区に比べて多く、陽イオン交換容量も大きいなど地力窒素、保肥力の比較的大きい土壤である。また、作土が深いこと、各種の土壤養分が多いなど土壤管理が良好である。

以上のように、調査地区の土地、土壤条件及び気候条件にはかなりの違いがみられ、当然、水稲の生育、収量にも異なった影響を及ぼすと考えられる。

4. 調査内容及び方法

調査地区の所在地、調査対象面積、調査点数及び調査年度は第4表のとおりである。

水稲の生育収量調査、作物体分析用試料採取、土壤断面調査、土壤分析用試料採取等の一連の調査、作業は同一地点で行った。

水稲の生育、収量に対する考察は各地区の調査地点の水稲収量を玄米重を単位に高収量、中間、低収量に3区

第2表 調査地区別主要土壤型分布面積

地区名		土壤型	面積 (ha)
沼田東	平坦・谷間粘質強湿田	89(30)	
	平坦・谷間粗粒質強湿田	63(21)	
	平坦・谷間粗粒質半湿田	53(18)	
	平坦・谷間粗粒質乾田	40(13)	
	平坦・谷間粘質半湿田	33(11)	
	平坦・谷間粘質乾田	20(7)	
熊野	棚田粘質乾田	119(37)	
	平坦・谷間粗粒質乾田	81(25)	
	棚田粗粒質乾田	74(23)	
	平坦・谷間粘質乾田	34(10)	
	平坦・谷間粗粒質強湿田	11(3)	
	平坦・谷間礫質乾田	5(2)	
数名	平坦・谷間粘質強湿田	42(26)	
	棚田粘質乾田	32(20)	
	平坦・谷間粘質乾田	31(19)	
	平坦・谷間粗粒質乾田	27(17)	
	平坦・谷間礫質乾田	10(6)	
	棚田粘質湿田	9(6)	
吉舎	平坦・谷間粘質乾田	191(30)	
	平坦・谷間礫質乾田	135(23)	
	棚田粘質乾田	119(19)	
	平坦・谷間粗粒質乾田	55(9)	
	平坦・谷間粘質半湿田	52(8)	
	平坦・谷間粘質強湿田	46(7)	

各地区上位6土壤型を示す。

()内は%

第3表 調査地区の土壤の性質

調査地区名	作土		pH(H ₂ O)		腐植		全窒素		CEC	
	値	CV	値	CV	値	CV	値	CV	値	CV
沼田東	15.0 ^{cm}	8.5 [%]	5.7	8.0 [%]	2.1 [%]	22.5 [%]	0.11 [%]	23.7 [%]	7.8 ^{me}	20.1 [%]
熊野	15.7	10.1	6.1	6.3	3.5	25.2	0.20	24.1	12.0	18.1
数名	15.8	15.1	5.8	4.0	3.4	20.6	0.18	20.2	10.2	14.1
吉舎	17.2	13.2	5.8	4.3	5.6	15.7	0.34	17.0	15.4	10.7

註) 地点数、沼田東45、熊野35、数名45、吉舎25。値は平均値で示した。

第4表 調査地区の所在地、対象面積等一覧

調査地区名	所在地	調査対象面積	調査地点数	調査年次
沼田東	三原市沼田東町のほぼ全域	298ha	33(45)	1983年
熊野	安芸郡熊野町の全域	328	15(35)	1985年
敷名	双三郡三和町敷名の全域	160	12(45)	1983年
吉舎	双三郡吉舎町の全域	640	25	1985年

() 内数値は中生新千本以外の栽培地点を含む。

分して、主として、高収地点、低収地点について、生育状況、収量構成要素、土壌養分等との関係を、また、土壌養分のうち、収量との関係が最も強いと考えられる有効態窒素含量との関係^{8,12,13,17,19)}をみるため、土壌中のNH₄-N生成量を単位に、高窒素、中間及び低窒素地点に3区分して、主に、高窒素地点と低窒素地点の水稲の生育、収量等について検討した。

調査地区全域の土壌分類調査は別に行い、その結果は沼田東地区⁹⁾、敷名地区⁹⁾は縮尺5,000分の1、熊野地区⁷⁾は10,000分の1及び吉舎地区⁹⁾は25,000分の1の土壌図、土壌管理図にとりまとめた。土壌調査、作物体及び土壌分析は土壌保全対策事業における一連の方法¹⁵⁾に準拠した。

結果と考察

各調査地区の水稲品種、中生新千本の10a当り収量(玄米重、以下同じ)の平均は、沼田東地区510kg/10a、熊野地区578kg/10a、敷名地区584kg/10a及び吉舎地区636kg/10aである。年次間の差を(県単収、1983年472kg、1985年494kg/10a¹¹⁾)考慮する必要があるが、沼田東地区と吉舎地区では126kg/10aの差が、また、各調査地区内でも第5表のような収量の差が認められる。このような収量差がどのような要因によるかを明らかにすることは極めて困難と考えられるが、幾つかの視点から検討する。

1. 収量区分と水稲の生育

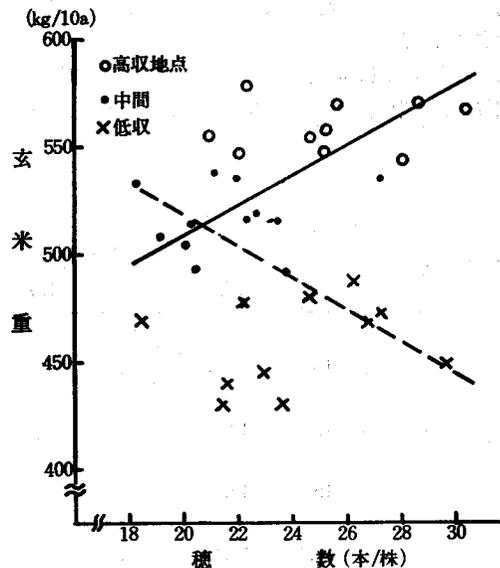
地区別の収量区分と水稲の生育状況は第6表のとおりである。

沼田東地区の草丈、茎数等の初期生育ならびに稈長、穂長及び穂数等は高収地点が低収地点より優れている。

第5表 調査地区の水稲収量

(玄米重, kg/10a)

調査地区名	調査年次	平均収量	最大値	最低値
沼田東	1983年	510	577	430
熊野	1985年	578	664	497
敷名	1983年	584	703	482
吉舎	1985年	636	777	516



第2図 沼田東地区の穂数と収量(1983)

第6表 地区別収量区分と水稲の生育

地区名 年次	収量区分 地点数	玄米重 (kg/10a)	草丈 (cm)	茎 (本/株)	数 (本/m ²)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂 (本/株)	数 (本/m ²)
沼田東 1983	高収地点	559	62.5	32.9	—	73.4	19.0	25.4	—
	10	(108)	(106)	(102)		(102)	(102)	(114)	
	低収地点	456	58.7	31.2	—	69.4	18.5	23.9	—
	10	(89)	(99)	(97)		(97)	(99)	(108)	
熊野 1985	高収地点	629	55.5	31.2	586	81.2	18.8	26.8	506
	5	(109)	(99)	(108)	(107)	(108)	(103)	(110)	(109)
	低収地点	525	53.9	27.3	504	75.4	18.4	24.1	443
	5	(91)	(96)	(95)	(92)	(100)	(101)	(99)	(96)
敷名 1983	高収地点	623	36.0	35.3	—	69.7	17.8	26.8	—
	4	(107)	(101)	(96)		(102)	(105)	(99)	
	低収地点	544	35.1	38.3	—	66.9	16.3	27.3	—
	4	(93)	(99)	(104)		(98)	(96)	(101)	
吉舎 1985	高収地点	712	—	—	—	79.4	18.8	22.4	474
	4	(112)				(106)	(103)	(91)	(95)
	低収地点	565	—	—	—	72.9	18.0	20.7	412
	4	(89)				(97)	(99)	(84)	(82)

() 内数字は中間地点を100としたときの指数，敷名地区は全体を100とした。

熊野地区も沼田東地区と同様に高収地点の生育が優れ、とくに、茎数、穂数が多い。

敷名地区では初期生育はむしろ低収地点が優れているが、後半には逆に、高収地点の生育が良好となり穂長が長い。吉舎地区は初期生育のデータはないが、稈長、穂長及び穂数のいずれも高収地点が優れている。

全体的にみて、水稲の生育は高収地点が低収地点より良好であるが、沼田東地区の低収地点の穂数は中間地点より多く、また、吉舎地区では高収地点より中間地点の穂数が多いなど、必ずしも収量区分と穂数との関係は明らかではない。

沼田東地区では、第2図のように玄米重500kg/10a前後を境にして、穂数と収量には正と負の関係が推定される。正の関係は高収地点と中間地点が、負の関係は中間地点と低収地点が含まれる。つぎに、吉舎地区における穂数と収量との関係を第3図に示す。これからみると吉舎地区の穂数はm²当り450本程度が適正と考えられる。

敷名地区では低収地点の株当りの茎数が多く、有効茎歩合が低い。

2. 収量区分と水稲収量構成要素

前項と同様に玄米重による収量区分と全重、もみ重、もみ・わら比、もみすり歩合、1穂もみ数、登熟歩合及び玄米千粒重との関係をみたのが第7表である。

南部の沼田東、熊野地区と中部の敷名、吉舎地区のうち、1983年調査の沼田東、敷名地区を比較すると、平均収量は各々510kg、584kg/10aで、敷名地区が多いが、全重(わら+もみ)は1,345kg、1,328kg/10aで、わずかではあるが、沼田東地区が大きい。同様に、1985年調査の熊野、吉舎地区の平均収量は578kg、636kg/10aに対して、全重は1,410kg、1,445kg/10aでその差は僅かである。同一品種にもかかわらず、もみ・わら比が南部では1.0以下、中部では1.0以上である。また熊野、吉舎地区の比較から、吉舎地区では1穂もみ数、登熟歩合、

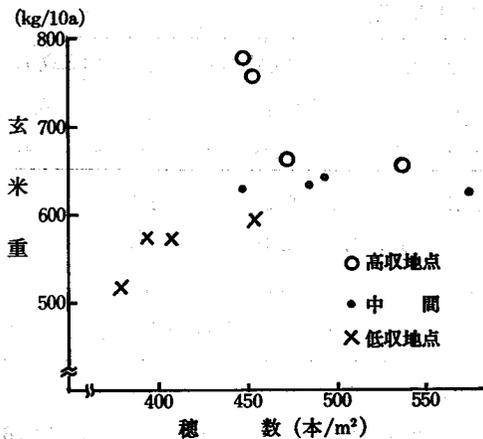
第7表 収量区分と水稻の収量構成要素

地区名 (年次)	収量区分	玄米重 (kg/10a)	全重 (kg/10a)	もみ/わら	もみすり 歩合(%)	1穗 粒数	登熟歩 合(%)	玄米千粒 重(g)
沼田東 (1983)	高収地点	559	1,433	0.90	83			22.5
	低収地点	456	1,219	0.84	82			22.4
熊野 (1985)	高収地点	629	1,511	0.88	89	66	79	22.6
	低収地点	525	1,303	0.93	84	60	86	22.3
敷名 (1983)	高収地点	623	1,423	1.05	85			22.0
	低収地点	544	1,234	1.08	85			22.2
吉舎 (1985)	高収地点	712	1,575	1.18	84	69	90	22.8
	低収地点	565	1,251	1.14	82	63	94	23.2

第8表 水稻収量区分と土壤養分

調査地区名	収量区分	作土深 (cm)	pH (H ₂ O)	腐植 (%)	全窒素 (%)	有効態窒素 (mg/100g)	可給態磷酸 (mg/100g)
沼田東	高収地点	15.1	5.7	2.1	0.11	10.4	10.5
	低収地点	14.6	5.8	1.9	0.10	9.5	10.4
熊野	高収地点	15.8	6.0	3.0	0.17	13.3	25.1
	低収地点	15.0	5.9	4.0	0.23	13.5	19.4
敷名	高収地点	15.3	5.8	3.6	0.19	13.3	14.7
	低収地点	14.5	5.8	4.5	0.24	16.7	23.8
吉舎	高収地点	20.3	5.8	5.8	0.36	22.9	39.3
	低収地点	17.3	5.8	5.4	0.34	17.7	35.0

可給態珪酸 (mg/100g)	遊離酸化 鉄(%)	陽イオン交換 容量 (me)	交換性塩基(mg/100g)		K ₂ O	塩基飽和 度(%)
			CaO	MgO		
11.6	1.02	8.0	112	14.2	5.7	53
10.8	0.77	7.0	95	15.1	7.1	49
25.8	0.62	10.4	126	12.4	12.4	52
40.6	0.63	10.6	100	9.2	8.6	41
14.0	0.80	10.5	125	11.6	9.3	50
15.3	0.53	11.6	142	16.9	12.2	53
18.5	0.59	19.8	231	20.4	11.4	48
13.2	0.46	21.3	243	26.5	15.3	48



第3図 吉舎地区の穂数と収量 (1985)

玄米千粒重等が優れており、これが高収の原因と考えられる^{11,16)}。とくに、登熟歩合の違いが大きい。

3. 収量区分と土壤養分

各調査地区の土壤養分の豊否にはかなりの違いが認められる。とくに、主要な地力要因といえる腐植、陽イオン交換容量等は、沼田東地区と吉舎地区ではかなりの違いがある。また、地力窒素を代表する有効態窒素含量にも差がみられ、沼田東地区の平均値が10.1mg/100gに対して吉舎地区ではほぼ倍量の19.8mg/100gである。調査地区別に土壤養分の豊否をみると、中部の吉舎地区が優れ、次いで敷名地区、南部の熊野地区は大差ないが、沼田東地区はかなり劣っている。調査地区別に水稻収量と各種の土壤養分との関係を見るため、収量区分を単位にとりまとめたのが第8表である。

これによると、沼田東地区の高収地点は腐植、全窒素及び有効態窒素含量が低収地点より多いほか、作土の深さ、遊離酸化鉄含量、陽イオン交換容量などにも差が認められる。しかし、同じ南部の熊野地区は全く異なり、高収地点では可給態磷酸、交換性石灰、交換性苦土及び交換性加里含量が低収地点より多いが、腐植、全窒素、可給態珪酸などは逆に低収地点が多い。

中部の敷名地区では、収量区分と土壤養分にはほとんど関係が認められない。むしろ、多くの項目で低収地点の値が高い。高収量の吉舎地区では腐植、有効態窒素含量などで高収地点が多い。とくに、高収地点の有効態窒素含量は低収地点に比べてかなり多い。しかし、陽イオン交換容量、交換性苦土、交換性加里含量は逆に低収地点が多い。既報の北部水田における事例では¹⁷⁾土壤養分の豊否と水稻の収量には、多くの項目で正の関係がみら

れたが、今回の調査では地区により、それぞれ異なった傾向がみられる。

沼田東地区で土壤養分の豊否と収量に関係がみられたのは全体に土壤養分状態が不良であることによる。熊野地区は調査年が近年にない高収年であり、窒素をはじめとする土壤養分の吸収が促進され、とくに、生育後半の気候条件が良好であったことなど、土壤養分の僅かな違いは収量に影響を及ぼさなかったと考えられる。敷名地区はほとんどの項目で関係がみられなかったが、全地区通じて共通的なことは、高収地点は低収地点に比べて作土が深いこと、遊離酸化鉄含量が多いことがあげられる。沼田東地区、敷名地区では全調査地点がほ場整備直後の水田で、作土下土層が圧密を受け、透水性の低下による表面排水不良水田が多い。このため、土壤の還元化が進み根の活性低下、根腐れによる養分の吸収阻害が考えられる。

吉舎地区の土壤養分は、他の3地区に比べて極めて良好といえる。高収地点は作土が深く、有効態窒素含量が多い。そのほか、絶対量が少ない可給態珪酸、遊離酸化鉄などの比較では高収地点が多く、収量と土壤養分には関係が認められる。

4. 収量区分と水稻体の成分含有率、吸収量

調査地区別に水稻体中(わら、もみ)の窒素(N)、磷酸(P_2O_5)、加里(K_2O)、苦土(MgO)及び珪酸(SiO_2)について、含有率、吸収量を収量区分別に示すと第9表のとおりである。

窒素含有率は全地区で高収地点が低収地点より高い。10a当りの吸収量は、高収地点では最も多い敷名地区が13.7kgで、最も少ない沼田東地区が13.2kgで、その差は小さい。低収地点では熊野地区が11.0kgで最も多く、敷名地区が最も少なく10.0kgでその差は1.0kgである。前述したように、収量は吉舎地区と沼田東地区では10a当り126kgの差があるにもかかわらず、また、土壤中の有効態窒素含量も沼田東地区10.1mg/100gに対して、吉舎地区は19.8mg/100gでおよそ倍量であるが、窒素の吸収量はほとんど差がない。しかし、窒素吸収量のもみ・わら比は沼田東地区1.5、熊野地区1.4、敷名地区1.8、吉舎地区2.2で、中部ではもみ中に占める割合が高い。また、玄米100kg当りの窒素吸収量は2.0kg程度とされているが¹³⁾、沼田東地区が2.4kgに対して吉舎地区では1.9kgであり、両地区間の窒素吸収にはかなりの違いが認められる。

磷酸含有率は高収地点が高いとはいえず、敷名地区ではわら、もみ共に低収地点が高い。10a当りの磷酸吸収

第9表 収量区分と水稻の成分含有率, 吸収量

調査 地区名	収量 区分	窒 素(N)			磷 酸(P ₂ O ₅)			加 里(K ₂ O)			苦 土(MgO)			珪 酸(SiO ₂)			
		含 有 率		計	含 有 率		計	含 有 率		計	含 有 率		計	含 有 率		計	
		わ	ら		わ	ら		わ	ら		わ	ら		わ	ら		
沼田東	高収地点	0.71	1.16		0.26	0.61		2.13	0.31		0.14	0.15		13.1			
		5.4	7.9	13.3	2.0	4.2	6.2	16.1	2.1	18.2	1.06	0.98	2.04	99.0	—	—	
	低収地点	0.69	1.11		0.24	0.62		1.98	0.30		0.15	0.15		12.7			
		4.6	6.2	10.8	1.6	3.5	5.1	13.1	1.7	14.8	0.96	0.81	1.77	84.2	—	—	
	熊 野	高収地点	0.68	1.12		0.23	0.60		2.18	0.38		0.14	0.12		10.7	3.2	
			5.5	7.9	13.4	1.9	4.3	6.1	17.6	2.7	20.3	1.12	0.81	1.93	86.1	22.5	108.6
低収地点		0.63	1.08		0.20	0.58		2.02	0.38		0.13	0.09		9.2	2.9		
		4.3	6.8	11.1	1.3	3.7	5.0	13.6	2.4	16.0	0.87	0.59	1.46	62.2	18.2	80.4	
敷 名		高収地点	0.72	1.22		0.26	0.63		2.05	0.32		0.12	0.15		12.4		
			5.0	8.9	13.9	1.8	4.6	6.4	14.2	2.3	16.5	0.82	1.08	1.90	86.0	—	—
	低収地点	0.63	1.14		0.26	0.67		1.91	0.34		0.14	0.16		11.4			
		3.8	7.3	11.1	1.6	4.3	5.9	11.3	2.2	13.5	0.82	1.01	1.83	86.7	—	—	
	吉 舎	高収地点	0.57	1.07		0.28	0.61		2.43	0.34		0.14	0.17		11.0	3.3	
			4.1	9.1	13.2	2.1	5.2	7.3	17.6	2.9	20.5	1.02	1.41	2.43	79.4	28.2	107.6
低収地点		0.51	1.04		0.25	0.60		1.96	0.30		0.12	0.17		11.6	3.7		
		3.1	7.1	10.2	1.5	4.1	5.6	11.8	2.1	13.9	0.72	1.13	1.85	69.5	25.4	94.9	

上段；含有率(%), 下段；吸収量 (kg/10a)

量は高収地点では吉舎地区が7.3kgで多いが、他の3地区は6.1~6.3kgである。低収地点では吉舎地区が5.6kgで多く、他の3地区は5.1~5.3kgである。吉舎地区は土壌中の可給態磷酸含量が多く、陽イオン交換容量も大きいから、磷酸の吸収量が多くなったと考えられる¹¹⁾。

加里は窒素、磷酸と異なり、もみ中よりわら中の含有率の極めて高い成分であり、高収地点の含有率はわら中で2.03~2.43%、もみ中で0.31~0.38%である。また、加里吸収量は最も少ない敷名地区で10a当り16.1kg、多い吉舎地区では20.1kgにもなる。このような多量な吸収量に対して、土壌中の交換性加里は少なく、しかも近年では施肥量も少なく問題といえる。とくに、敷名地区は他の地区に比較して加里の吸収量が少ない。排水不良田では、強還元により生じる有害物質により加里の吸収阻害が懸念される¹²⁾。ほ場整備水田における一時的な排水不良田も含めて加里の増産が望ましい。わら中の加里含

有率は敷名地区を除いて、高収地点がかなり高く、もみ中の加里含有率は吉舎地区を除いて他の3地区では差がみられない。

玄米100kg当りの加里吸収量は南部では3.0~3.3kgに対して、中部では2.5~2.9kgで少ない。

苦土はわらともみ中の含有率が大きい成分である。しかし、本調査では調査地区や収量区分によってかなり異なっている。苦土吸収量のもみ・わら比は高収地点では沼田東地区1.04、熊野地区0.83、敷名地区1.25及び吉舎地区1.18であり、南部で低く中部で高い。土壌中の置換性苦土含量は沼田東地区15.1mg、熊野地区9.2mg、敷名地区12.2mg及び吉舎地区23.0mg/100gに対して、苦土吸収量はそれぞれ1.91、1.70、1.71及び2.13kgで、土壌中の交換性苦土含量の多少と苦土吸収量にはの多少は関係がみられる。しかし、収量区分と苦土含有率には関係が認められない。

珪酸は水稻体中の含有率，吸収量の極めて高い(多い)成分である。全調査地区の珪酸含有率は高収地点で10.7~13.1%，低収地点で9.2~12.7%である。調査年次の同じ熊野地区と吉舎地区の10a当りの珪酸吸収量は高収地点で108.5kg, 107.6kgとほぼ同じであるが，低収地点では80.4kg, 94.9kgで吉舎地区のほうが多い。玄米100kg中の珪酸吸収量は通常20kg程度とされている¹³⁾が，調査地区の最高は熊野地区の高収地点の17.2kgであり，吉舎地区では15.1kgと極めて少ない値である。また，珪酸は比較的生育後半まで吸収される成分であり，根活性の良否が珪酸の吸収に影響を及ぼすと考えられ，吉舎地区を除く3地区では高収地点の珪酸含有率は低収地点より高い。

5. 土壌中の有効態窒素含量の多少と水稻収量

地力窒素は水稻収量を左右する因子の一つと考えられるが，地力窒素の目安としての有効態窒素(風乾土 $\text{NH}_4\text{-N}$ 生成量)含量は調査地区により，また，調査地区内でも地点によりかなりの違いが認められる。各地区の平均値は 沼田東地区 10.1mg/100g (最大 15.3, 最小 5.2mg) 熊野地区 12.9mg/100g (最大 19.5, 最小 6.8mg), 敷名地区 12.9mg/100g (最大 20.0, 最小 6.7mg) 及び吉舎地区 20.3mg/100g (最大 27.7, 最小 12.9mg) である。沼田東地区と吉舎地区では 2 倍の違いがあるほか，沼田東地区の平均値は吉舎地区の最小値より少ない。

沼田東，熊野，敷名及び吉舎地区における水稻の平均収量は，それぞれ，510kg, 577kg, 558kg及び636kg/10aで，調査年次の収量差を考慮すると，土壌中の有効態窒素含量の多少と関係があるといえる。

地区別の風乾土 $\text{NH}_4\text{-N}$ 生成量の平均値，変動茎数

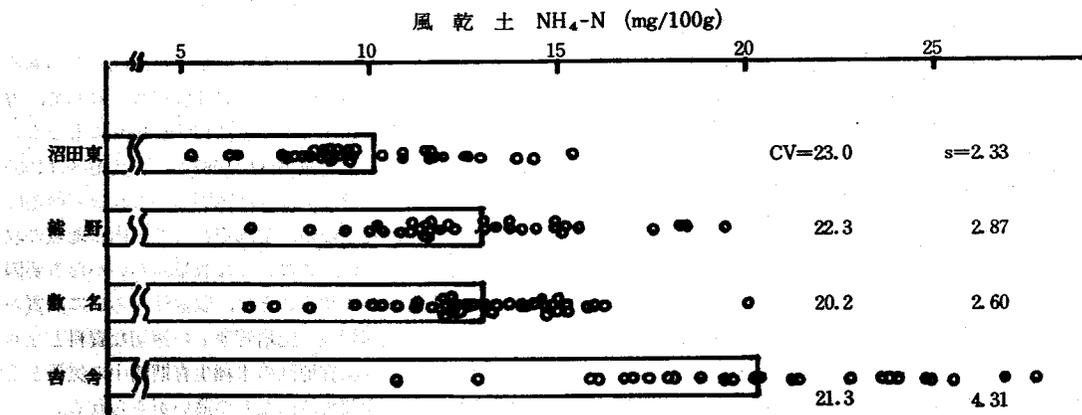
CV, 標準偏差 s を第 4 図に示す。

各調査地区内で土壌中の有効態窒素含量と水稻収量との関係を検討するため，地区内の調査地点を多窒素，中間，少窒素地点に 3 区分して，このうち，多窒素と少窒素地点について水稻の生育，収量及び水稻体の養分吸収について検討した。有効態窒素区分と水稻収量をみると，沼田東，吉舎地区では多窒素地点の収量は少窒素地点を 100 とすると，それぞれ 109, 122 でかなり高収である。しかし，熊野地区では 93, 敷名地区では 99 で必ずしも多窒素地点が高収ではない。第 10 表に各地区別の有効態窒素区分と水稻の生育，収量を，第 11 表に水稻体の成分含有率，吸収量を示す。

沼田東地区では，多窒素地点は少窒素地点に比べて生育量が大きく全重が大きい。この点，少窒素地点は有効態窒素含量が少なく，生育が十分でなかったと考えられる。これは，わら，もみ中の窒素含有率や窒素吸収量からも推察される。

熊野地区は有効態窒素区分と水稻収量に関係がみられない。茎数や穂数は多窒素地点が多いものの，もみ・わら比，もみすり歩合，1 穂もみ数及び玄米千粒重等は少窒素地点が優れており，このことが原因と考えられる。また，窒素の含有率は多窒素地点では少窒素地点に比べて，わら中で高く，もみ中で低い。10a 当りの窒素吸収量，玄米 100kg 当りの窒素吸収量等も差がみられない。調査年次の 60 年度は生育後半に窒素の発現が期待された気候であり，初期生育の良否は後半の生育に逆の結果をもたらしたものと考えられる。

敷名地区は熊野地区と同様に有効態窒素区分と水稻収量に関係がみられなかった。多窒素地点は草丈，茎数が優れ，穂数も多い(わら重も大きい)。しかし，もみ・



第 4 図 調査地区別の風乾土 $\text{NH}_4\text{-N}$ 生成量

第10表 有効態窒素含量の多少と水稻の生育, 収量

調査地区名	窒素区分	有効態窒素 (mg/100g)	草丈 (cm)	茎数 (本/株)	数 (本/m ²)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/株)	数 (本/m ²)
沼田東	多窒素	12.9	63.3	32.6		71.3	18.6	24.0	
	少窒素	7.7	57.7	30.6		69.3	18.8	24.5	
熊野	多窒素	16.8	54.9	29.3	562	77.1	18.1	25.3	488
	少窒素	9.9	55.5	27.9	495	79.0	18.7	24.5	433
敷名	多窒素	17.7	37.0	37.3		68.7	16.8	28.4	
	少窒素	10.8	34.0	34.5		67.8	17.2	25.7	
吉舎	多窒素	23.7	—	—		78.1	18.7	22.7	468
	少窒素	15.8	—	—		72.1	18.0	22.0	428

調査地区名	窒素区分	わら重 (kg/10a)	もみ重 (kg/10a)	玄米重 (kg/10a)	1穂 初数	登熟歩 合(%)	玄米千粒 重(g)
沼田東	多窒素	766	651	536			22.2
	少窒素	682	599	492			22.9
熊野	多窒素	746	690	574	63	82	22.2
	少窒素	732	712	614	65	82	23.1
敷名	多窒素	662	648	551			21.7
	少窒素	625	721	616			22.6
吉舎	多窒素	715	850	708	67	91	22.8
	少窒素	598	700	579	65	93	23.3

わら比が低く、玄米千粒重も軽いなど過繁茂による後半の生育不良(登熟不良)が考えられる。このことは、もみ中の窒素含有率が高窒素地点より少窒素地点の方が高いことから推察される。

吉舎地区は多窒素地点の収量が、少窒素地点よりかなり多い。少窒素地点の有効態窒素含量も15.8mg/100gで多く、収量は579kg/10aで他の3地区の多窒素地点よりも多い。しかし、水稻体の窒素含有率は低く、10a当りの窒素吸収量や玄米100kg当りの吸収量も少ないなど、調査年次の1985年の気候条件下では、さらに、高窒素条件下では多収が期待されたものと推察される^{12,13)}。

窒素以外の成分のうち、加里についてみると、多窒素地点の収量が多い沼田東地区、吉舎地区では加里含有率も多窒素地点が高いが、少窒素地点の収量の方が多い熊野地区、敷名地区では加里含有率も少窒素地点が高い。とくに、窒素区分と収量に関係がみられず、少窒素地点の収量が高い敷名地区では養分吸収の面からも収量が土

壤養分の豊否より養分吸収条件の良否に影響を受けたものと推察される。

総合考察

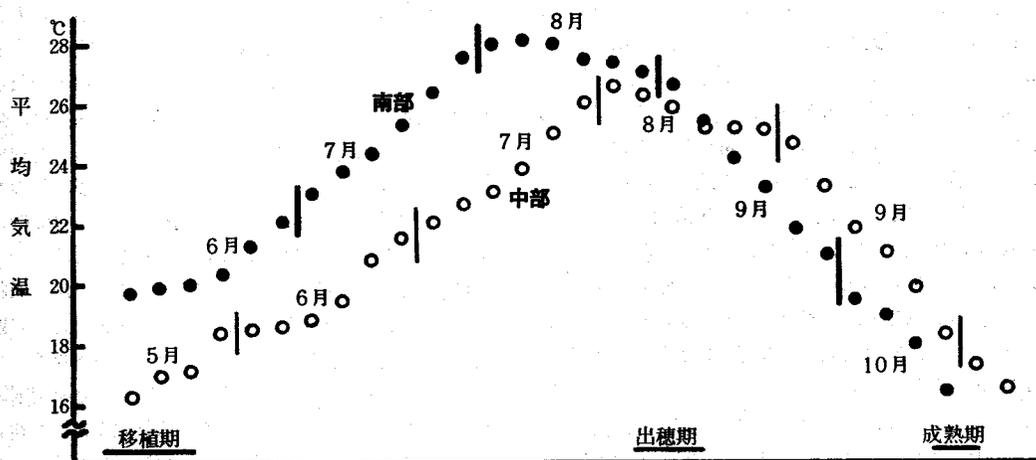
本調査における中生新千本の収量は年次間の差があるとはいえ、沼田東地区の平均が510kg/10aに対して、吉舎地区では636kg/10aでその差は126kg/10aにもなる。前述したように、沼田東地区は1983年、吉舎地区は1985年の調査であり、実際には両地区間に、これほどの差はないと考えられるものの、それぞれの地区内の地点の収量差はさらに大きい。このような収量差がいかなる要因によるかを明らかにすることは、収量性ならびに品質の向上に対する土壌管理、肥培管理上の適切な資料となりうると考える。各調査地区の水稻生育期間中の気温とその推移は南部と中部ではかなりの違いがみられる。

第5図は南部(沼田東, 1983年, 熊野, 1985年の平均)

第11表 有効態窒素含量の多少と水稲の窒素含有率、吸収量

調査地区名	窒素区分	わ ら		も み		計
		含有率	吸収量	含有率	吸収量	吸収量
沼 田 東	多窒素	0.73	5.6	1.18	7.7	13.3
	少窒素	0.63	4.3	1.08	6.5	10.8
熊 野	多窒素	0.70	5.3	1.10	7.6	12.9
	少窒素	0.64	4.7	1.15	8.2	12.9
敷 名	多窒素	0.67	4.5	1.14	7.4	11.9
	少窒素	0.69	4.4	1.21	8.7	13.1
吉 舎	多窒素	0.56	4.0	1.08	9.2	13.2
	少窒素	0.50	3.0	1.04	7.3	10.3

含有率：%，吸収量：kg/10a



第5図 南部及び中部の水稲生育期間中の平均気温の推移

と中部（敷名，1983年，吉舎，1985年の平均）の水稲生育期間中の平均気温（3半旬の移動平均）の推移を田植え期を揃えて示したものである。これによると，田植え直後から，出穂期までの気温は南部が3～4℃高く，出穂期以降は逆に中部が1～2℃高く推移する。また，南部では出穂期より前に平均気温の最高がくるのに対して，中部では出穂期の後に平均気温の最高がくる。この平均気温の推移の違いは初期生育では草丈，茎数に，後期には同化作用や呼吸作用に異なる影響を及ぼし，収量や品質の違いとなってあらわれる¹⁰⁾と推察される。また，土壤中の無機窒素の発現をはじめとして，各種の土壤養分の吸収の違いや施肥効果の違いなど，収量や品質に及ぼ

す影響も異なると推察される。北部（1983年，大朝町）における事例では，水稲収量と土壤養分との間には，多くの項目で関係が認められ，高収地点では土壤養分量が多いことを報告した¹⁷⁾が，今回の調査では地区によって，それぞれ，異なった傾向がみられる。これには，土壤養分以外の土地環境，土壤条件が調査地区によって異なること，養分吸収に好適な条件下の調査（1985年，熊野，吉舎地区）であったことが原因と考えられる。

沼田東，敷名地区は，ほ場整備に伴う作土下土層の圧密により透水性が低下し，現時点では土壌型に関係なく表面排水が不良である。このため，根群の伸長不良，根腐れ等の根系障害が認められる^{5,6)}。また，腐植，全窒

素、有効態窒素など土壤養分量は極めて低位にあり、現時点では水稲収量の多少に土壤養分の豊否が関与する程度は小さいと考えられる。これらの事象は数名地区ではさらに顕著に表れたものと推察される。すなわち、両地区とも高収地点は作土が深く、遊離酸化鉄含量が多いことから、現時点では土壤養分の豊否より、土壤養分の吸収力に影響する根群環境の良否が収量に強く関与したといえる。

熊野地区、吉舎地区は1985年度の調査であり、水稲生育期間、とくに、生育後期は養分吸収、登熟に好適な気候条件で推移した推察され、土壤養分の豊否が水稲収量に及ぼす影響の小さい年であったと考えられる。

広島県における水稲収量を1983年を平年、1985年を高収年として、南部と中部における水稲の生育、収量の違いを、調査年を同じくする沼田東、数名地区（1983年）及び熊野、吉舎地区（1985年）で比較する。

沼田東地区と数名地区の平均収量は、それぞれ、510 kg/10 a、584 kg/10 a で中部の収量が多い。両地区の初期生育をみると、草丈は沼田東地区が高く、莖数は数名地区が多い。稈長、穂数も同様な傾向である。全重は1,345 kg/10 a、1,328 kg/10 a で僅かに沼田東地区が重い。両地区の収量差は、もみ・わら比、もみすり歩合の違いによる。土壤養分はほとんどの項目で数名地区が優れている。とくに、腐植、全窒素、有効態窒素含量には差が認められる。水稲体の窒素吸収量は、それぞれ、12.7 kg、12.5 kg/10 a であり両地区の差はないが、窒素のもみ中に占める割合をみると、沼田東地区59%に対して、数名地区は65%で、後期の窒素栄養の違いを示している。また、収量差の主因と考えられる。

沼田東地区の高収地点と低収地点の比較では、高収地点では草丈、莖数ともに優れ、稈長、穂長、穂数も同様である。土壤中の腐植、全窒素、有効態窒素含量も僅かではあるが多い。さらに、高収地点は作土が深く、遊離酸化鉄含量も多いことから、養分吸収の違いが収量差をもたらしたといえる。因に、わら及びもみ中の窒素、磷酸、加里、苦土及び珪酸等の含有率は高収地点が高い。

沼田東地区の多窒素地点と少窒素地点の水稲生育は、草丈、莖数は多窒素地点が優れているが、生育後期には少窒素地点の生育が優れ、穂長、穂数は僅かに少窒素地点が良い。結果的に収量は多窒素地点が多いが、多窒素地点は有効歩合が低く、玄米千粒重も軽いなど施肥管理上改善すべき点が多い。

数名地区の高収地点は草丈、稈長、穂長は優れているが、莖数、穂数は低収地点が多い。土壤中の腐植、全窒素及び有効態窒素含量は低収地点が多く、沼田東地区と

異なっている。しかし、水稲体中の窒素吸収量は勿論、窒素含有率は高収地点が高い。また、加里や珪酸など比較的生育後期に吸収される成分の含有率は高収地点がかなり高い。さらに、高収地点は沼田東地区と同じように作土は深く、遊離酸化鉄含量は多いなどの点から判断して、水稲根は健全で養分吸収条件が良好であり、高収につながったと考えられる。

つぎに、数名地区の多窒素地点と少窒素地点では、有効態窒素含量にはかなりの差があるが、収量は少窒素地点が多い。沼田東地区と同様に、多窒素地点は初期生育は良いが、後期凋落の傾向が認められる。もみ中の窒素含有率は低く、玄米千粒重は軽いなど、後期窒素栄養の不足が原因と考えられることから、施肥法の再検討が必要である。

熊野地区と吉舎地区の平均収量は578 kg、636 kg/10 a（1985年）で、中部の吉舎地区の収量が多い。稈長、穂長、穂数は僅かに熊野地区が良いが、全重は1,419 kg、1,442 kg/10 a で逆に吉舎地区が大きい。両地区の大きな違いは、もみ・わら比が熊野地区が0.9に対して吉舎地区は1.1と高い。さらに、1穂もみ数、登熟歩合など吉舎地区が優れている。また、土壤養分のうち腐植、全窒素、有効態窒素含量は吉舎地区がかなり多い。水稲体の成分含有率にはほとんど差がないが、窒素吸収量のもみ・わら比は熊野地区0.61に対して、吉舎地区は0.69と高く、これらの違いが収量差の原因と考えられる。

熊野地区の高収地点の生育は僅かではあるが、低収地点に比べて良好である。しかし、もみ・わら比、登熟歩合が低い。土壤中の有効態窒素含量には差がなく、高収の要因は明らかではない。聞き取りによる施肥実態調査では、総窒素施用量は高収地点、低収地点共に9.2 kg/10 a と変わらないが、高収地点は基肥量が少なく、中間追肥、穂肥の施用量が多い。生育後期の好天が窒素の吸収を高め多収となったと考えられる。窒素区分による生育差は小さいが、もみ・わら比、もみすり歩合、1穂もみ数、玄米千粒重等は少窒素地点が良く、収量も多い。結果的には、地力窒素が収量増に貢献していないといえるが、この原因は生育後期の気候が窒素吸収に好適で、地力窒素の影響が小さかったものと考えられる。

吉舎地区の高収地点の収量は712 kg/10 a で極めて高収である。穂数は他地区の高収地点のなかで最も少ない。しかし、全重は最も大きく、もみ・わら比も高い。もみすり歩合、1穂もみ数、登熟歩合及び玄米千粒重に優れており、このことが高収の原因といえる^{12,10)}。水稲体の窒素吸収量は他の3地区の高収地点と差がないが、もみ中に占める窒素の割合が極めて高い。また、高収地点の

作土は深く、有効態窒素含量も他地区に比べて多い。中部の気候と合致して理想的な生育で推移したと考えられる。また、吉舎地区における多窒素地点の収量は708kg/10aに対して、少窒素地点の収量は579kg/10aで、前述の高収、低収と同様な収量差を示す。このことは、吉舎地区では地力窒素の多少が収量に強く関係する事を示している。しかも、高収地点、多窒素地点の窒素含有率は低く、窒素吸収量も少ないことから判断して、施肥法の改善によってさらに多収の可能性¹³⁾がある。

摘 要

著者らは、1983～1985年に土壌保全調査事業において行った数種の調査から、県中南部に広く栽培されている水稲品種、中生新千本が調査地区により、また、同一調査地区内でも収量幅の大きいことを認め、その要因を主として水稲の生育、土壌条件、土壌養分及び水稲の養分吸収の面から検討した。

以上を要約するとつぎのとおりである。

1 中生新千本の収量は県中・南部で比較すると、中部の収量がかかなり多い。この要因として、一つには水稲生育期間中の気温の推移の違いが考えられる。中部と南部では田植え期から生育初期の気温は、南部が3～4℃程度高く、出穂期以降は逆に2℃程度中部が高い。この気温の差は水稲の生育、収量に大きく影響すると考えられる。つぎに、土壌条件の違いである。とくに、地力窒素の目安である有効態窒素含量は中部で多く南部で少ない。水稲生育期間中の気温の違いと関連して、中部では初期生育は緩慢であるが、出穂期以降は地力窒素の発現も期待され、南部に比べて登熟に好適な条件と云える。南部では逆に生育初期から高温で、施肥窒素、土壌窒素の発現も早い。このため、初期生育は比較的旺盛であるが、地力窒素に乏しいため後期には窒素の発現も期待できず、登熟も不良となる。さらに、ほ場整備直後の水田では一時的な表面排水不良による根系障害がみられ、土壌養分の豊否以上に、根群域の土壌環境の良否が水稲収量に影響を及ぼすと考えられる。以上の事象は水稲の生育、収量構成要素及び水稲体の成分（とくに窒素）含有率、吸収量から確認できる。

2 同一地区内の水稲収量の違いは初期生育の良否より登熟期の窒素吸収の良否による。生育後期に地力窒素の発現が期待できない土壌では、初期生育が旺盛な場合には登熟不良による収量低下が認められる。

熊野地区では初期生育は平年並みであったが、生育後期の好天により地力窒素の発現がみられ多収であった。

高収地点の初期生育は低収地点を下回り、有効態窒素の多少とも関係がみられなかった。多窒素地点の収量は少窒素地点に劣ったが、少窒素地点の水稲の窒素吸収量は多窒素地点と全く同じであったが、もみ中に占める割合は少窒素地点がかかなり高い値を示した。

3 以上のことから、中生新千本の収量安定を図るには、作土深耕を前提とした根群域の環境改善が重要である。

地力窒素に乏しい土壌では、有機物の施用に努めるがとくに、施肥にあたっては基肥、中間追肥の量を加減して、初期生育を適正に保ち過繁茂にならないよう留意する。その上で穂肥の励行により1種もみ数を確保するとともに、登熟歩合を高める。また、吉舎地区の調査結果から明らかのように、収量の向上にはある程度水稲体中の窒素濃度を高め、窒素吸収量を増大させることが必要であり、今後は地区の特性を考慮した施肥法の再検討が望まれる。

4 近年、有機物の多量施用が困難な状況にあり、土壌加里の供給が施肥に依存する度合いが強まっている。水稲の加里吸収量は極めて多い。さらに、排水不良水田では加里の吸収が阻害される。県中南部の水田の土壌中の交換性加里含量は少なく、加里の増施を検討する必要がある。また同様に、土壌中の交換性苦土含量も少ない。各地区の高収地点の水稲の苦土含有率は低収地点に比べてかなり高い。土壌への苦土の補給も必要である。

以上の検討結果は中生新千本以外の品種にも適用できるが、本県南部における中生新千本の栽培に当たるとくに留意する点は根圏域の土壌環境の改善と後期重点施肥法に帰するといえる。

謝 辞

本報告は土壌保全調査事業における種々の調査結果を基礎資料とした。これらの調査は広島、尾道及び三次農業改良普及所ならびに関係市町村、農業協同組合の協力のもとに行ったもので関係各位に感謝の意を表します。

また、調査地点の農家の方々には大変お世話になりました。併せて感謝の意を表します。

引 用 文 献

- 1) 中四国農政局広島統計情報事務所：1983～84。広島農林統計年報。
- 2) 広島県、気象庁：1982。広島県メッシュ気候図、資料編。

- 3) 広島米づくり 1. 2. 3 運動県推進本部編: 1985. 水稲の品種別特性解説. 18—19.
- 4) _____ : 1985. 標高別品種別作付指針. 2—21.
- 5) 広島農試, 千代田農改: 1984. 大朝町の土壌と作物.
- 6) 本谷耕一: 1967. 稲作多収の基礎条件. 農文協. 92—96.
- 7) 広島農試, 三次農改: 1983. 土と作物.
- 8) 伊藤夫仁: 1979. 水稲登熟期の気温が収量並びに米質に及ぼす影響. 広島農試報告 41: 2.
- 9) 河本 泰: 1981. 暖地の花こう岩質水田におけるリン酸の肥効に関する研究. 広島農試報告 43: 45—47.
- 10) 前重道雅: 1986. 大成功をおさめた「良質広島米づくり 1. 2. 3 運動」. 農及園 61: 1065—1073.
- 11) 村山 登: 1982. 収穫漸減法則の克服. 養賢堂. 66.
- 12) 農林水産省農蚕園芸局農産課: 1976. 土壌保全対策関係通達集.
- 13) _____ : 1979. 土壌環境基礎調査における土壌・水質及び作物体分析法.
- 14) 奥田 東・高橋英一: 1961. 作物に対するケイ酸の栄養生理的役割について (第2報). 日土肥誌 32-10: 487.
- 15) 上本 哲・中沢征三郎・宮地勝正・谷本俊明・松浦謙吉・植木博秀・中藪正之: 1985. 県内水田土壌の土壌型分類と北部水田土壌の水稲生産力について. 広島農試報告 49: 1—18.
- 16) 和田 学: 1973. 暖地機械植稲作の問題点と改善方向. 農及園 48: 928—929.
- 17) 吉田昌一: 1986. 稲作科学の基礎. 博友社. 172—173.

The relationship between Environmental Condition and Paddy Rice (Variety Nakateshinsenbon) Yield at Several Districts in Hiroshima Prefecture

Satoshi UEMOTO Seizaburou NAKAZAWA Katumasa MIYAZI
Toshiaki TANIMOTO and Kenkichi MATUURA

Key words: paddy soil, paddy rice yield,
soil nutrient, nutrient absorption,
soid management, management of fertilizer application