

ナイジェリアにおける土壌化学 指導に関する総合報告書

昭和44年3月

1969年3月

中近東アフリカ技術協力計画専門家

本 庄 吉 男
ホシ ジョウ ヨシ オ

海外技術協力事業団

Overseas Technical Cooperation Agency

524
825
EX

国際協力事業団

受入 月日 '84. 5. 16	524
登録No. 04926	82,5 EX

目 次

I 緒 言 1

II ナイジェリアの諸事情 1

III 業 務 の 概 要 8

IV 今 後 の 問 題 15

V 結 び 15

JICA LIBRARY



1064864[0]

I 緒 言

筆者は中近東アフリカ計画による農業技術者として昭和41年6月16日日本を出発し2年間ナイジェリア連邦稲研究所土壌研究室において水稻の土壌肥料についての試験研究を行ない昭和43年6月17日帰国の途についた。ここにナイジェリアの稲作概況と行なった試験研究の概要を報告する。

連邦農業研究所は連邦経済開発省に属し西部州のイバダンにある本場と北部州パデギにある稲研究所と東部州Umuḍikeにある根さい類研究所から出来ている。稲研究所は Birnin - Kebbi (北部州), Bende (東部州), Warri (中西部州) にそれぞれ試験地をもっている。本場には作物育種科, 栽培科, 化学土壌科, 害虫科, 病理科があり土壌化学, 作物栄養, 食料作物の改良, 病虫害防除等の基礎研究をやっている。また稲研究所には育種, 栽培, 土壌および害虫の各研究室があり水稻に関する育種, 原種生産, 品質食味, 栽培および施肥法等の研究を行なっている。これらの連邦政府の農業研究機関のほか各州に州の農業研究機関がありそれぞれの州を対称とした研究を行なっている。

II ナイジェリアの諸事情

1. 一般事情

ナイジェリアは北緯4度から14度, 東経2.6度から14.6度までのいわゆる熱帯に属し南はギニア湾に面し, ダホメ共和国, ニジェール共和国, チャド共和国, カメルーン共和国と境を接している。面積は日本の約2倍半(923,827 km²)で北部, 西部, 東部の各州に大別されるがこのうち北部州はもつとも大きい州である。

この国の地勢を特徴づけているのはナイジア河で, シエラレオネの北東山中に源を發し西北よりこの国に流れ込み南下するナイジア河とカメルーン国の山岳地帯に源を發し東北よりこの国に流れ込むベヌエ河とが北部州の南端部にあるロコジャ市附近で合流しナイジア河の大流となつてさらに南下し, 網目のように細分合流してギニア湾にそそいでおり, 下流域に低湿地帯を形成している。山岳地帯としては東南部のカメルーン山脈の一部のみであつて北はナイジア河とベヌエ河の合流点より北方に半草原, 草原よりなる北部高地帯がつながり, そのほぼ中央にジョスの高原地帯(約1,000 m)がある。北部の高地帯と南部の低湿地帯の間は50~100マイルの低丘陵地帯でジャングル地帯になつている所が多い。本場(イバダン)および稲研究所(パデギ)の標高はそれぞれ195 mと100 mである。

季節はおよそ5月から10月までの雨期と11月から4月までの乾期に大別され, 気温は一般に乾期に高く雨期に低い傾向をもっているが11月から2月にかけてサワラ砂漠に生じる高気圧が乾燥した空気をナイジェリアに吹きこむので北部州では3~4月最高となり1月頃最低になる。海岸およびデルタ地帯を含む南部の気温は平均27°Cで21°C以下になることはなくまた32°C以上になることもあまりないが北部にいくにしたがつて最高40°C, 最低10°Cと気温差が大きくなる。湿度は南方に高く北方に低く南方の気温27°Cより北方の37°Cの方がしのぎやすいといわれている。

雨量は海岸からの距離に応じてしだいに減少し南部で1,750~4,000 mm, 北部では

500mmと非常にちがっている。このような北部と南部の気候の差は植生に影響し農業形態にも差をもたらしている。

1963年に行なわれた人口調査による総人口は約5,600万でアフリカで一番人口の多い国であるが言語習慣をことにする約250部族がすんでいるといわれ主なものは北部州のハウサ、フラニー、カメリー、東部州のイボ、西部州のヨルバの各種族でハウサ、フラニーは回教徒、ヨルバ、イボは主にキリスト教である。

1960年10月1日 英国の植民地支配をはなれてナイジェリア連邦として独立したが1966年の1月と9月にクーデターが起り軍部支配となつた。そして昨年5月東部州がピアフラ共和国として独立を宣言して以来内乱状態がつづいている。種族、地域間の対立は相強く安定統一までには多くの問題をもつていると思われる。

2. 農業事情

ナイジェリアの経済は主として農業生産に依存し国民の75%が農民である。

農業生産は国民総生産の52%をしめ農産物の輸出は輸出総額の80%をしめし国内食料需用の64%を自給している。政府は農業政策の主眼を (イ)農業生産性の引上げとくに外貨収入をふやすための輸出用作物の生産増加 (ロ)農民の生活水準の向上におき農業開発は1962～68年の6ヶ年計画においても最優先順位におかれているのであるがあまり効果があがっていないといわれている。

南部低丘陵地帯の農業は東部州の一部をのぞきいわゆるジャングル地帯の農業でジャングルの中に飛石状に開発された畑が散在し、こゝでは主として土人の主要食糧であるヤム(やまいも)、カサバ等が栽培されている。輸出用作物としては西部州はココア、東部州はヤン油の生産地帯となつている一方北部の高地帯は見渡すかぎり草原となつているところが多く灌木が散在している。この北部高地帯はこの国のいわゆる農業生産地帯であつて南部の低丘陵地帯とは比較にならぬほど開発され畑作地帯となり河川流域に水田地帯がある。ここでは食料作物であるとうもろこし、あわ、ギニアコーンと輸出用作物である落花生と棉が栽培されている。

1951年の調査による国内食糧作物の生産量はカサバ775万トン、ヤム680万トン、ギニアコーン200万トン、アワ100万トン、トウモロコシ60万トン、米25万トンである。米は殆ど輸入されていないが、現在小麦粉が年間200万トンほど輸入されており北部州で行なわれている試験的な灌漑計画では主な対象作物を小麦とし乾期に1週間50mm灌漑するのを目標としている。

農家は部落しゆり長の所有地を小作するものがほとんどであり、したがつて各農家の耕作面積も少ない。小作料は物納によるものが多く収穫物の5割と高率で農民の生産意欲がそがれている。

北部州には約640万頭の牛があり年間100万頭が屠殺されているがこれらの80%は北部州の遊牧民フラニー族の所有でこのフラニー族はつねに新しい草を求めて遊牧しているので目下その定着をはかりこれによる畜産業の発展をはかることが考慮されている。また北部州の

農家には若干馬が飼育されているが畜耕にはほとんど用いられていない。山羊、鶏がかなり飼育され動物蛋白質源となつている。

3. 稲作事情

1) 稲作の背けい

1955年食糧作物の本質的な生産増加が強調された。というのはナイジェリアはアフリカでもつとも人口が多くその増加率は当時2.1%であつた。1951年の調査でも米は第6番目の国内生産食糧作物であり、1939年から1945年までの米生産量増加は25%であつた。このことから東部州の低湿地および北部州でまだ利用されていない水田地帯の開発によつて米を増産することがしんげんに考えられた。西アフリカ稲研究所は1945年シエラレオネに設置されたがナイジェリアの稲作を振興するため現在バデギにある稲研究所が1953年に設置された。また一方食生活を改善するために米の増産が必要であるといわれている。一般に動物蛋白質の供給は少なくそれにかわる植物蛋白質は北部の穀物常食者によつては適当に供給されるけれども南部のヤム、カサバ常食者によつては補給されがたく、ヤム、カサバと比較して蛋白質にとんでいる米の増産が東部州、西部州における食生活を改善するため必要とされている。

2) 稲作の歴史と栽培地帯

ナイジェリアの稲作は西アフリカ原産の通称赤米といわれる *Oryza glaberrima* が導入された16世紀にはじまつたといわれ、俗に白米といわれる *Oryza Sativa* の導入は19世紀末で記録にのこつているのは1919年である。ナイジェリアにおける赤米は主として浮稲として発展し、現在でもナイジェリアの北部でかなり栽培されている。

稲作様式は主として西部州で行なわれている陸稲栽培をのぞき河川流域の低湿地で行なわれている水稲栽培である。主要栽培地帯は北部州のソコトを中心とする地帯（浮稲地帯）ビダを中心とする地帯、東部州のアバカリキを中心とする3地帯で、栽培面積は1953年当時北部州10万町歩、東部州3万町歩、西部州0.8万町歩の計20万町歩と推定されていた。1955～60年の農業調査による北部州における各Provinceの栽培面積（1957～1958）は第1表のようであるがこの数字には矛盾がありSokoto, Niger Provinceだけでも10万町歩もあり北部州における栽培面積は約16町歩と推定されている。

第1表 北部州における稲の栽培面積 (千町)

Province	面積	Province	面積	Province	面積
Kano	3.2	Bauchi	0.4	Adamawa	1.2
Katsina	—	Plateau	0.4	Benue	18.4
Sokoto	29.2	Zaria	1.2	Kabba	0.8
Bornu	4.8	Niger	1.2	Ilorin	1.2

Sokoto Province のものは Sokoto - Rima 河流域にあり約 20 万町歩と推定され、Niger と Ilorin Province のものは Niger 河流域地帯にあり Pategi は Niger 河本流沿いの、そして Bida (連邦稲研究所) は Niger 河支流 (Kaduna 河) 沿いの代表的稲作地帯である。Benue Province のものは Benue 河流域地帯にある。

Bornu Province のものはチャド湖にながれる河川流域地帯で Jere Bowl はその代表的地帯としてしられる。このうち Sokoto - Rima 河流域は深洪水にみまわれる浮稲地帯で、深洪水は栽培可能面積を縮小している。また北部州の雨量はかなり少なくしかも 7~9 月に集中し、水稻の開花期まで水がえられない所が相当あつて栽培面積が制約されている。数個の灌漑設備が Bida 地域に設けられているがその設備も実験的な段階で灌漑面積は 1 万町歩以下である。

1953 年当時の栽培面積は 20 万町歩であつたが灌漑施設により Sokoto および Bida 地帯にそれぞれ 8 万町歩、東部州において 4 万町歩増加し、またデルタ地帯の開田によつて 40 万町歩増加しうると推定されていた。The Rice Journal 1962 によると 1961 年の栽培面積は 30 万町歩になつている。

米の生産高は 1953 年当時 25 万トン (赤米 9 万トン、白米 16 万トン) で赤米 7 万トンは Sokoto 地帯でとれ、白米 16 万トンは北部州 11 万トン、東部州 4 万トン、西部州の陸稲の 1 万トンであつた。全国的な平均収量は籾で約 1.4 トン/ha であるが各地の実験圃場の収量は 2.6~2.8 トン/ha であるので品種の改良、栽培、施肥法の改善によつて容易に平均収量を増加させうると考えられる。

3) 気 象

第2表 気象データ (Badeggi, 1965年)

月	雨 量 mm	過去10 年平均 雨 量 mm	平均湿度 % (午前10 時)	最高気温 °C (午前10 時)	最低気温 °C (午前10 時)	平均気温 °C (午前10 時)	平均日 照時間
1	4	12	71	33.9	18.9	26.7	8.5
2	50	7	71	35.0	20.6	27.8	9.3
3	23	25	64	36.7	21.1	28.9	7.7
4	13	57	66	36.7	23.3	30.0	7.2
5	119	128	72	35.6	24.4	30.0	8.1
6	163	184	79	31.7	23.3	27.2	7.4
7	143	198	82	30.6	22.8	26.7	5.6
8	217	177	87	29.4	22.8	26.1	3.9
9	241	246	83	30.6	22.8	26.7	6.5
10	73	101	80	32.2	22.8	27.8	8.8
11	0	0	60	33.9	19.4	26.7	9.1
12	0	0	55	33.3	16.1	24.4	8.6
計	1,046	1,135	870	399.6	258.3	329.0	90.7
平均	87.2	94.6	72.5	33.3	21.5	27.4	7.6

第2表にBadeggiの気象データをしめした。東部州の内陸での年雨量は1500~1800mmとかなり多いが北ナイジェリアの年雨量は南部で1500mm,北部で500mmとかなりちがひ,しかも全雨量の約60%が7~9月に集中し,10月の雨量は極度に減少する特徴をもっている。これは稲作の作季とその栽培面積を規制する大きな要因となつている。現在このかたよつてゐる降水分布を年間にならして稲作に利用する施設やかんがい水路がほとんどないため稲作は主として河川流域の低湿地帯で行なわれている。

4) 土壌および灌漑水質

水田土壌の状態はまだ系統だつた土壌調査がほんの一部しか実施されていないのでよく判らないが現在稲作が行なわれている所は主に河川流域の沖積地帯である。

Bida地域の水田土壌調査は1953年西部州コア土壌調査部によつて実施され14土壌統が分類された。この中稲作にもつとも重要な土壌統はEdozhihi, Badeggi, Mawogi, Susvazuru SeriesでEdozhihiは泥炭質重粘土土壌, Badeggiは灰色砂質粘土土壌, Mawogiは灰色砂質土壌である。

1958年から1961年まで連邦稲研究所は代表的土壌統について窒素, 磷酸, 加里の肥

効試験を行なった。

第3表 水稻の収量および窒素施用効果

土 壤 統	収平均収量 kg/10a	増 収 効 果			
		5kg/10a*	7.5kg/10a	10kg/10a	15kg/10a
Edozhihi	3 0 6 7	—	8.2	—	9.9
Mawogi	2 1 4 7	—	15.6	—	22.0
Badeggi	1 9 8 0	26.0	—	42.4	—
Gba jigi	1 3 2 6	—	44.6	—	38.3

* Nの施用量

この結果は第3表に示すように Edozhihi Series は収量がたかいかNの施用効果はあまり大きくない。高橋はこの Series の土壤は乾土効果が大きくN供給力がたかいかことを指摘した。

他の Series に対するNの施用効果は収量のひくいものほど大きい傾向がみとめられる。リン酸の施用効果は全般的にあきらかでなかつたが高橋は Edozhihi Series 以外の土壤で4年間の連続リン酸施用によつてあきらかに土壤有効リン酸が増加していることから一般に土壤有効リン酸が1.0 ppm以下の場合にはリン酸の肥効があると考へている。なお加里の施用効果はみとめられなかつた。

次に灌漑水の水质について高橋は日本とタイの灌漑水にくらべ加里が多く(Kとして3.3 ppm)Caが少ないことをみとめた。筆者が任期中行なつたBida附近の主要灌漑水の分析もこの結果と同様でかなりの加里が灌漑水から供給されている。

5) 品 種

北ナイジェリアの北部の主要河川流域は深洪水にみまわれる浮稲地帯である。ここでは赤米である *Oryza Glaberrima* が伝統的に栽培されてきた。しかしこの赤米は精米が困難であつたり味がまずいので深洪水条件に抵抗性があり収量の高い白米えのきりかえが考へられてきた。現在その1つとしてMali ong がしょうれいされている。

他の水田地帯に広く普及している品種は生育期間5ヶ月のBG79でこれは1920年英領ギアナから導入された Guiana 79 の系統である。現在BG79と同じ5ヶ月品種であるがより収量性の高いインドネシアからの Mas 2401 がしょうれいされている。また北部州は水の少ない地帯が多く生育期間の短い品種が要望されている。なお、海岸デルタ地帯では長い生育期間がえられるので労働力の配分からも色々な生育期間をもつた不感光性品種の導入が必要とされている。

6) 栽培法

(1) 育苗

浮稲地帯は直播であるが他の地帯では主として移植型式がとられている。稲研究所では一応の育苗基準が設けられ、巾120cm、高さ23cmの短冊うねに10cm間隔にまき溝を作り坪当たり約150gの種子を播種し、畑苗代に近い型式で育苗している。しかしBida附近の農家は雨期がはじまる約1ヶ月前に水田の中に直径1m、高さ50cm位の土山を点点と作る習慣がある。そこでこの上に種籾を適当に播種して育苗している。

(2) 本田作業・田植え

稲研究所では耕耘、整地作業はほとんどFergusonトラクターによつて行なわれているけれども農家はほとんど手作業で畜力も全然用いられていない。Bida附近の農家は田植前に水田の中に作った土山を鉄を用いてこわし整地している。

移植のとき稲研究所では普通28日苗を用いている。現在栽植密度として30×7.5cm 2本植えがBida地域にしようれいされているが農家は縦横のそろわない乱雑植をし栽植密度は40×40cm前後である。

(3) 本田施肥

現在Bida地域では移植1週間前に過石を P_2O_5 として3kg/10a施用し、硫安を移植後14日と幼穂形成期(出穂前30日)に成分として3.8kg/10aをそれぞれ施用するようしようれいされている。加里は灌漑水からかなり供給されることから基準からはずされている。しかし一般農家はこれにしたがつているのではなく大部分は無肥料栽培で最近少し使いはじめられた状態である。稲研究所では硫安施用時にもし排水が可能であり灌漑水が豊富な場合には排水してなるべく土壌表面に施用し、もし排水が不可能な場合には水口と水尻をとめて施用し4日間そのままにするようにしている。しかし実際には用排水路が不十分でN施用のため排水することは困難である。

既往の肥料試験からNの利用率は20%前後で、これをあげるために硫安の全層施肥や適期追肥等が考えられるがこれについて行なつた実験結果は後述する。一般に稲が多量のNを要求する時期は幼穂形成期頃であるが丁度この時期は雨のもつとも多い時にあたり用排水路が不十分で施用された窒素は流亡しやすい。

(4) 本田管理

水管理につて農家は殆ど無関心であるが稲研究所では移植後10日間は7.5cm、その後は10cmというかなり深水の基準を設けている。用排水路が不十分なのでまだ日本で慣行されている中干は行なわれていない。

除草は一般に手取りできわめて非能率である。稲研究所では除草剤の試験を行なつているがまだ一般に除草剤は使用されていない。並木植の場合は日本の回転除草機をまねたものを作つて用い、乱雑植の場合は手取りである。

メイ虫防除の薬剤試験も行なわれているが稲研究所でも育苗期間に20~25% D.D.T

溶液を散布するのみで本田には使用していない。

Bida 附近は非常に小鳥の多い所でその被害は約 17% あるといわれているがその対策はたてられていない。稲研究所では出穂後圃場に番人を置いておいてはらっている。

5) 収穫・調整

収穫はかまを用いて株の中途から高刈され、大きく結束し、穂を上にして 1ヶ所にかため 2~3 日後スノコになつた木の台に穂をたたきつけて脱穀する。Indica の稲は脱粒性がいいので 2~3 回穂をたたきつけるだけで脱穀が終る。脱穀された籾は風選されるが稲研究所では簡単なトウミ、農家ではミを使用している。種籾および自家用の籾は赤土で作つた土蔵の中に保存されている。飯用および売却される米は殆どパーボイルされたもので、これは籾を 1 晩位水につけ 1 時間ばかり煮てから乾して精米したものである。精米には籾すりと精白を 1 度にやる機械が用いられている。このパーボイルはもみすりを容易にするためとし好上の点から行なわれ、北部州では各農家により東部州では中間業者によつて行なわれている。

III 業務の概要

任国の要請は FAO の専門家として派遣された高橋治助が (1962 年 2 月~1963 年 3 月) 行つた「水稻に対する肥料試験」を継続することであつたが筆者が赴任したのは 1966 年 6 月で 3 年以上の空白があつた。したがつて同一試験を引継ぐことは不可能であつた。また赴任した 6 月にはすでに 1965 年度の栽培試験は開始されており土壤研究室は主として栽培研究室が行なつている圃場試験の土壤と植物体の分析を担当していた。そこで所長と相談し (1) 研究員に対する分析の指導と結果の整理 (2) 研究所圃場において代表的な水田土壤の理化学分析 (3) 水稻苗による施用窒素の吸収に関する試験 (4) 基肥硫酸の施用方法に関する試験 (5) Indica 水稻に対する窒素の最適追肥時期をみるための水耕試験を行なつた。

これらの結果は Experimental Reports on lowland Rice in NIGERIA としてタイプレナイジェリア側に提出した。

以下にその内容を要約してのべる。

1. 水稻に対する硫酸の施用量と施用方法と追肥時期の試験

1) 栽培研究室で行なわれた圃場試験である

硫酸の施用量	N 0	0 kg / 10 a
	N 1	5 kg / 10 a (Nとして)
	N 2	10 kg / 10 a (Nとして)

- 硫安の施用方法
 - Q 1 移植前に全量元肥として土壌と混合する
 - Q 2 移植7日後に半量を施用する(散布)
 - Q 3 移植7日後に半量を施用する(土壌とかくはん)
- 追肥の時期
 - S 1 移植後49日に施用
 - S 2 出穂前30日に施用
 - S 3 出穂期に施用

試験区はこれらを組合せた27処理4連制であつた。

2) 結 果

第4表 収量(籾), 籾のN%, Nの利用率

項 目	年 次	N 0	N 1	N 2	S 1	S 2	S 3	Q 1	Q 2	Q 3
収 量	1966	250	314	326	293	299	299	293	306	292
kg/10a	1967	267	319	347	332	305	296	311	320	330
籾 の	1966	0.82	0.81	1.02	0.86	0.91	0.87	0.84	0.92	0.88
N %	1967	0.95	1.05	1.17	1.05	1.02	1.10	1.07	1.04	1.06
N の	1966	—	17.6	23.2	19.3	19.6	22.2	12.8	26.1	22.3
利用率	1967	—	22.9	25.6	19.5	23.7	29.5	25.7	19.3	29.2

第4表のように収量は雨年次とも硫安の施用量が多いほど高いがN₁とN₂の差はわずかである。硫安の施用方法と追肥時期による収量の差は雨年次とも明らかでないが1967年の試験ではS₁とQ₂が若干高い傾向がある。しかしこの試験でS₁に該当する稲の生育時期は出穂40日前位に相当し、はたしてこれが適した追肥時期かどうか疑問である。

籾のN%は収量と同様硫安の施用量が多い程高いが施用方法、施用時期による差はあきらかでなかつた。

2. 品種と窒素の施用量試験

- 1) 栽培研究室で行なわれた圃場試験でナイジェリアの主要水稻について窒素の施用量を検討したものである。用いられた品種はBG79, D114, Makalioca, Mas2401で硫安の施用量は成分として10a当り0kg(N₀), 2.5kg(N₁), 5.0kg(N₂), 7.5kg(N₃), 10kg(N₄)であつた。

2) 結 果

第 5 表 収 量 (粍) kg/10a

年 次	品 種	N ₀	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	平均(品種)
1965	MAS	315	445	464	512	487	422
	B G	247	254	265	266	258	268
	MAK	212	286	308	321	347	297
	D114	271	258	301	343	292	293
	平均(施用N量)	261	311	335	363	346	—
1966	MAS	447	427	486	456	393	441
	B G	385	362	402	452	408	402
	MAK	327	341	294	350	379	346
	D114	339	290	304	296	350	324
	平均(施用N量)	374	366	371	386	382	—

第 6 表 収 量 の N %

年 次	品 種	N ₀	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	平均(品種)
1965	MAS	0.78	0.84	0.86	0.92	0.91	0.86
	B G	0.74	0.80	0.75	0.78	0.93	0.79
	MAK	0.89	0.89	0.97	1.05	1.12	0.98
	D114	0.85	0.83	0.89	0.85	1.00	0.88
	平均(施用N量)	0.81	0.84	0.86	0.90	0.98	—
1966	MAS	0.99	0.90	1.07	1.12	1.24	1.06
	B G	0.89	0.92	0.93	1.01	1.10	0.97
	MAK	0.91	0.96	1.06	1.16	1.17	1.05
	D114	0.90	0.92	1.02	1.00	1.07	0.98
	平均(施用N量)	0.92	0.93	1.02	1.07	1.15	—

第 5 表のように Mas の収量は両年次とも最高であつた。しかし N の施用量に対する収量差は 1965 年には明らかにみとめられたけれども 1966 年には明らかでなかつた。これは 1966 年にはメイ虫の被害がかなり多く試験結果がみだされたためと考えられている。1965 年の収量は N₃ (7.5 kg/10a) まではいづれの品種も N 施用量の増加とともに多くなつているが N₄ (10 kg/10a) では Makalioca を除いて N₃ よりも

かえつて収量が落ちている。これは穂数はいずれの品種もN施用量の増加にしたがつて多くなつたけれどもN4で1穂粒数が少なくなつたためと考えられている。

この結果から Makalioca を除いた3品種に対するNの適量は7.5kg/10a前後であると考えられる。

籾のN%は第6表のように兩年次ともN施用量の増加にしたがつて高くなり Makalioca のN%は他の品種よりも高い傾向がみられた。また1965年のN利用率は Mas 40.7%, Makalioca 28.7%, D114 13.7%, BG79 8.0%で Mas のN利用率が顕著に大きかつた。

3. 水稻苗による施用窒素の吸収に関する試験

1) 現在 Bida 地域では硫安の施用方法として移植後14日と出穂前30日に成分として3.8kg/10aの硫安をそれぞれ施用するようしようれいされている。しかも一般に掛流し灌漑の水田が多く硫安を施用するときは水口と水尻をとめて施用し4日間そのままにしておくようにしている。

しかし移植2週間後窒素が施用されるときはまだ苗も少さく効果的に窒素が利用されないで再灌漑とともにかなりの窒素が流亡すると考えられる。そこで移植後14日に施用された窒素の動態をライシメーター(12.25m²)を用いて検討した。

硫安の施用量は成分として3.8kg/10a(N₂), 1.9kg/10a(N₁), 0kg(N₀)とし1日当り用水の滲透は8mmとした。

2) 結 果

- (1) 表面水中のN濃度は硫安施用によつて急激に増加したが、その後徐々に減少し、N₂は施用後14日、N₁は施用後10日で微量となつた。N施用後4日と8日目に表面水中に残っている施肥窒素は施用窒素に対してN₂が35.7%と26.2%、N₁が26.2%と3.1%で施用後4日目にはまだかなり多くの施肥窒素が表面水中に残っていた。
- (2) 窒素施用後14日間に滲透水によつて流亡する施肥窒素は施用窒素量に対してN₂が4.1%、N₁が4.9%でその量はかなり少なかつた。これは1日当り用水の滲透量が8mmと少なかつた事とも思われた。
- (3) 窒素施用後8日と14日間に植物体によつて利用される施肥窒素は施肥窒素量に対してN₂が10.8%と38.4%、N₁が15.0%と36.5%で施用後1週間に利用される窒素は比較的少なかつたがその後急激に上昇した。
- (4) 以上の結果から窒素施用後4日目にはまだかなりの施肥窒素が表面水中に残つており、施用後1週間は植物体によつて利用される窒素も少ないので窒素施用後の再灌漑は少なくとも1週間後に行なわれるべきである。

4. 水稻に対する基肥窒素の施用方法に関する試験

- 1) 現在 Bida 地域では窒素の施用方法として移植後 14 日と出穂 30 日前に成分として 3.8 kg/10a の硫酸をそれぞれ施用するようしうれいされている。

しかしこの方法により移植後 14 日に窒素が施用される場合、脱窒による窒素の損失は移植前に全層施肥される場合よりかなり大きいと考えられる。

そこで (A)移植前全層施肥区 (B)荒代施用区 (C)移植後 14 日施用区 (D)無 N 区を設け基肥として施用する硫酸の施用方法をライシメーター (12.25 m²) を用いて検討した。施用窒素量は成分として 5.0/10a で全量を一度に施用し穂肥は使用しなかつた。1 日当り用水の透過は 8 mm とした。

2) 結 果

- (1) 処理によつて明らかな収量差がみられ収量指数は C 処理を 100 とした場合 A と B 処理がそれぞれ 143 と 130 であつた。A 処理の増収は主として穂数増、B 処理の増収は 1 穂粒数の増加に起因していた。
- (2) 深さ 10~30 cm の土壌中 NH₄-N は明らかに A 処理 > B 処理 > C 処理であつたが C 処理のそれは D 処理とほとんど同じであつた。これは全層施肥によつて施用窒素は土壌の下層部までよくいきわたるが C 処理によつては施肥窒素の NH₄-N として下層部への移動はきわめて少ないことをしめしていた。
- (3) 透過水によつて流亡する施肥窒素は施用窒素に対して A 処理が 1.26%、B 処理が 4.8%、C 処理が 3.1% で A 処理による流亡が大きかつた。
- (4) N の利用率は A 処理、B 処理、C 処理、D 処理がそれぞれ 52.5%、45.7%、32.9% で A 処理の利用率が顕著に大きかつた。
- (5) 計算の結果として脱窒によつて失われた施肥窒素は施用窒素量に対して A 処理が 34.9%、B 処理が 49.5%、C 処理が 64% と推定され全層施肥によつて脱窒量は顕著に減少した。
- (6) 以上の結果から基肥として硫酸を施用する場合、全層施肥は脱窒による窒素の損失を少なくしてもつとも有効な方法である。またもし何かの理由で全層施肥が出来ない場合は移植前に出来るだけ少ない水を用いて施用し土壌とよく混合すべきである。なお全層施肥は脱窒を防止するための有効な施肥法であるが施用後の湛水がおくると硝酸化成による N の損失が大きくまた砂質土壌あるいは下層土が砂礫質からなつている水の透過の多い水田ではアンモニアの溶脱が大きくなるといわれているので注意しなければならない。

5. 水稻に対する窒素の部分生産能率に関する試験

- 1) Indica 水稻に対する窒素の追肥時期についての資料をうるため窒素の部分生産能率を水耕法によつて検討した。

窒素の供給濃度は 10 ppm と 20 ppm とし窒素を次のように供給し 3 連で行なつた。

処理No 移植後からの窒素の供給期間

1	14日
2	28日
3	42日
4	56日
5	65日
6	74日
7	84日
8	98日
9	112日

水耕液の容量は8.5ℓでその組成および濃度は次のようであつた。

10ppm と 20ppm N (NH_4NO_3), 20ppm P_2O_5 ($\text{NO}_2\text{H}, \text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$), 30ppm K_2O (K_2SO_4), 15ppm CaO (CaCl_2), 15ppm MgO ($\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) 1ppm Fe ($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), 1ppm ($\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$)。ただし移植後2週間はこの濃度の半量とした。用水としては水道水を用いPHを4.8に調整し1週間に2回更新した。

2) 結 果

(1) 穂数はN 10ppm と 20ppmの両レベルでNO₄処理までは明らかにNの供給期間が長いほど多かつた。しかしNO₄処理から9処理までの穂数はN 10ppmレベルではほとんど同じであつたがN 20ppmレベルではNの供給期間が長いほど若干増加する傾向があつた。

最高分けつ期はNO₁処理, NO₂とNO₃処理, その他の処理がそれぞれ移植後から31日, 42日, 53日であり出穂期は窒素の供給期間が長いほど遅れる傾向があつたがN 10ppmは移植後91日, N 20ppmは移植後94日と思われた。

(2) わら重は若干の例外を除きNの供給期間が長い程多かつた。1方稈重はN 10ppmレベルではNの供給期間が長いほど多かつたが20ppmレベルではNO₈処理まではNの供給期間が長いほど稈重が多くなり更にNが供給されたNO₉処理ではかえつてNO₈処理より稈重が少なくなつた。NO₁処理を除いた他の処理でわら重および稈重はN 20ppmのものが同一処理の10ppmのものより明らかに多かつた。

(3) 稈のN含有率はNの両レベルともNの供給期間が長いほど増加する傾向があつた。1方わらのN含有率はN 20ppmレベルではNの供給期間が長いほど増加する傾向があつたがN 20ppmレベルではNの供給期間が長いほど増加する傾向があつたがN 10ppmではその含有率はほとんど同じであつた。

(4) 稈のN部分生産能率は生育とともに高まり第1次最高能率をしめし, その後急激に低下して第一次最低能率となり, その後再び上昇して第2次最高能率となつて再び低下した。

両Nレベルとも第1次最高能率をしめす時期は移植後28~42日、第2次最高能率をしめす時期は移植後74~84日であつたが第1次最低能率になる時期はN10ppmと20ppmがそれぞれ移植後56~65日と42~56日であつた。

(5) 収量構成要素と籾のN部分生産能率の比較検討から第1次最高能率をしめす時期は穂数をもつとも影響をうけやすいときに相当し、第2次最高能率をしめす時期は1穂粒数がきまり稔実の%をもつとも影響をうけやすいときに相当していた。

(6) 籾のN部分生産能率が最高となる時期はNの施用効果も大きいときと考えられる。もちろん実際圃場においては肥料は土壤に施され土壤を媒介として養分の授受が行なわれるから多少の時期的なずれは考えなければならないがNの施用効果の大きい時期は移植後30日ごろの分けつ盛期と出穂前14日ごろと思われる。

6. 勧 告

以上の試験結果から次のような勧告を行つた。

1) 水稻収量は地力に依存する度合いが強いといわれるが土壤の地力は主として植物養分の保持と供給をつかさどっている土壤こう質(粘土、フ植)の量と質によつてきまると考えられる。任期中行つた少数の土壤分析結果であるが一般に土壤の全炭素と全窒素の%が非常にひくくまた塩基置換容量も小さい傾向がみられた。土壤肥灰度をますために堆肥、生わら緑肥等の有機物の施用が必要であり、またそれについての研究が必要である。

2) 窒素は水稻に対してもつとも重要な肥料要素であり、収量は一般に植物体によつて吸収利用されるNの量に比例するので施肥から考えられる増収対策はいかにしてNの利用率をかめるかである。水稻に対するNの利用率は普通20~50%であるが肥料の全層施肥や分施等によつて改善出来る。

(1) 現在Bida地域では窒素の施用方法として移植後14日と出穂30日前に成分として3.8kg/10aの硫酸をそれぞれ施用するようしようれいされている。しかしこの方法により窒素が移植後14日に施用される場合脱窒による窒素の損失は移植前に全層施肥される場合よりかなり大きいと考えられるのでラインメーター試験を行つて検討した。

この結果、全層施肥は脱窒防止上もつともすぐれ、荒代施用も移植後14日施用より脱窒防止上有利であつた。

この結果は更に圃場試験に検討されなければならないが基肥として硫酸を施用する場合全層施肥は脱窒による窒素の損失を少なくする有効な方法である。もし何かの理由で全層施肥が出来ない場合は移植前に出来るだけ少ない水を用いて施肥し土壤とよく混合すべきであると考えられる。

(2) 次にNの分施はN利用率を上げるために有効な手段であるとともに倒伏と病虫害に対する被害を軽減するためにも重要である。

Nの分施が必要とされる時期、分施されるべき回数、分施の割合は色々な条件でことなる

ので個々の圃場についてきめられねばならない。しかし理論的にはNの分施時期は水稻もつとも窒素を要求し施用効果がたかいときに行なわれるべきで参考として行なつた水耕試験の結果からNの施用効果のたかい時期は分けつ盛期および出穂前2週間ごろであると思われた。

- (3) また水管理も窒素肥料の肥効を維持するために重要である。現在 Bida 地域では掛流し水田が多く硫酸を施用するとき水口と水尻をとめて施用し4日間そのまましておくようにされている。しかし移植14日後硫酸が施用されるときはまだ植物体が小さく効果的に窒素を利用することが困難で施肥後4日目でもまだかなりの施肥窒素が表面水中にのこっている。したがって窒素施用後の再灌漑は少なくとも1週間後に行なわれるべきである。なお一般に水稻もつともNを必要とする時期すなわち幼穂形成期ごろは丁度もつとも雨の多いときに相当し排水路が不十分で施用された窒素も流亡しやすい本質的な灌排水路の整備が必要である。

IV 今後の問題

1. 稲作上の最大の問題は灌漑施設の整備拡充である。

ナイジェリアの主要な米を生産している北部州の雨量は1500~500mmと地域差が大きい上に年雨量の60%が7月~9月に集中している。現在このかたよつた降水分布を年間にならして利用するダムがなく、また灌漑施設があつてもきわめて不十分で水稻栽培は主として河川流域で行なわれ河川の自然湛水にたよつている。水稻の栽培面積を増大し、施肥効果を発揮するため灌排水施設の整備拡充が重要である。

2. 現在系統だつた水田土壌調査がほとんど行なわれていない。

水田土壌の状態をしりそれにもとづく施肥基準をきめるために系統だつた水田土壌調査が必要である。

3. 農家には堆肥を作つて利用する習慣がなく、収かく後の稲わらも焼かれている場合がある。少数の土壌分析結果であるが土壌の全窒素、全炭素の%は非常にひくい。土壌肥沃度をますために堆肥、稲わら、緑肥等の有機物の施用とそれについての研究が必要である。

4. 現在稲研究所で品種、栽培法、施肥法等について数多くの試験が行なわれ、その結果にもとづいて勧告が出されている。しかしそれらはほとんどが農家にとり入れられていない。これは農家の慣行栽培法がそれなりに合理性があり、また普及事業にも問題があると思われるがその根本は土地所有制度から小作農家が圧倒的に多く農家の生産意欲がそがれているためではないかと考えられる。

V 結 び

高温、多湿の気候、英会話、食物の相違など種々の不安をいだいて日本を出発し、現地についてからも生活になれるのにてまどりはたして2年間人並みの仕事ができるかと心配した。しかし幸い稲研究所の諸氏から色々親切にさせていただき2年間たいした病気もせず快適に送ることが出来た。派遣中種々の御配慮をいただいた海外技術協力事業団ならびに日本大使館の諸氏に厚くお礼申し上げたい。最後に長い間在籍のまま彼の地に出張滞在することを許可された農林省ならびに東海近畿農業試験場の諸氏に謝意を表したい。

