

海外農業開発

MONTHLY BULLETIN OVERSEAS AGRICULTURAL DEVELOPMENT NEWS

1980 4

- フィリピンで英比合併のオイルパーム事業具体化
- タイ農業省 国家畜産振興計画の実施へ
- パプア・ニューギニア アルコール生産に着目

社団法人 海外農業開発協会

目

次

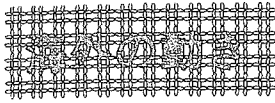
1980-4

海外の動向

フィリピン・ミンダナオで英比合弁のオイルパーム事業具体化	1
マニラ南部近郊で切花栽培が振興	1
タイ農業省 国家畜産振興計画の実施へ	2
タイ 河川汚染が進行 家畜糞尿のたれ流しが主因	3
インドネシア 牧草ペレット製造に着目	4
インドネシア・中部ジャワでそ害の発生	4
オーストラリア南部でもそ害発生	5
バブア・ニューギニアで製糖会社設立へ	6
バブア・ニューギニア輸入石油代替のアルコール生産に着目	6

資 料

中国土壌と窒素問題	8
-----------------	---



フィリピンで英比合弁のオイルパーム事業が具体化

仏企業も同様事業を検討中

フィリピンとイギリスの企業が検討していたフィリピン・ミンダナオでのオイルパーム事業が具体化した。

同事業はフィリピンの National Development Co. (NDC) とイギリスの Guthrie Overseas Holding Ltd. によるもの。総額 4 億ペソ（出資比＝比側 60%：英側 40%）を投じミンダナオ島アグサン・デルスル州で 8,000 ha のオイルパーム園を設立，数年後には搾油も行なう。農園開発は 7 月に開始される予定。

また，フランス企業 Soffin Co. も NDC と合弁オイルパーム事業の交渉を進めている。事業候補地はアグサン・デルスル州かダバオ周辺の 2 カ所があげられており，現地調査も何度か行なわれている。

マニラ 南部近郊で切花栽培が振興

フィリピン農業省発行の報告書によると，マニラ近郊南部のタガイタイでアフリカン・デイジーの切花生産が盛んになってきている。

タガイタイはマニラ南方のタアール湖（カルデラ湖）の辺りに位置する観光と農業の町。マニラまで約 60 Km という立地からマニラ市場向けの野菜生産，酪農などが振興されつつある。

同報告によると同町はマニラの生花店向けのアフリカン・デイジーの主産

地となっており、同町近辺の観光ホテルの装飾にも供されている。同町での同花種の切花生産はha当り純益で1,000～8,000ペソ（1ペソ≒30円）に達し、流通や栽培技術など取り組むべき問題はあるものの、ルソン島の市場をねらえば同花種の一大生産地となる可能性があるとしている。

同報告書による問題点の指摘等は次の通り。

- ・花栽培農民の多くは栽培に不慣れなため栽培指導が必要。特にアフリカン・デイジーの栽培者は施肥、除草、繁殖など栽培技術レベルは低い。
- ・アフリカン・デイジー栽培の場合、利益性が高いにもかかわらず少数の農民が耕作農地の一部、平均5aで栽培するにとどまっている。
- ・栽培農民はマニラでの切花価格を把握しきれないため、小売高と農民の間に介在する中間商人により庭先価格が決められ不利な立場にある。
- ・中間商人を仲介とせず直接農民が小売高に販売するための支援が必要である。
- ・栽培者の利益保護のため、農民に市場価格を知らせる情報センターが必要である。

タイ農業省 国家畜産振興計画の

実施へ酪農、肉牛肥育を促進

タイ農業・協同組合省の発表によると、同省は近く酪農と肉牛肥育の開発を促進するため国家畜産振興計画を実施に移す。

同計画は4プロジェクトよりなる。それらは①小規模酪農の普及②中期模肉牛肥育の振興③草地開発のための小規模灌漑工事④畜産物貯蔵冷蔵（凍）施設の建設で、まず、①、②の2プロジェクトから着手される。

小規模酪農の普及は、同国の牛乳生産を増大し、農民の収入増を図るのが目的で、農民の乳牛購入、飼養を促進する。また、牛乳流通のため集乳セン

ター、牛乳輸送車を設置、供給するとともに小規模乳加工プラントを数カ所に建設する。

中期模肉牛肥育の振興は、中期模肥育者の草地所有を支援するとともに、屠畜場、牛肉加工施設を建設し将来の処理数増大に対応するもの。

先行2プロジェクト実施のため同国政府はデンマークより3億6,000万バーツの無利子融資を受ける。また、農民配布用の乳牛生産のため世銀から200万バーツの融資が予定されている。なお、農民の乳牛購入資金は同省が保証人となりタイの市中銀行が貸し出す。

タイ 河川汚染が進行

家畜糞尿のたれ流しが主因

タイでは産業廃棄物による河川汚染が進み問題視されているが、ナコンパトン県のタジーン川汚染は家畜糞尿が主因という。

最近同川の汚染源調査を行なった工業事業局の報告によると、汚染原因の70%は家畜生産者による糞尿たれ流しによるもので、残る30%は未処理工場廃液。

同局では同川の汚染源となる工場廃液の河川放出を規制する方針で、今後該当企業に対し厳しい罰則が設けられる模様。

なお、同局は家畜糞尿のたれ流し規制についてはコメントしていないが、近く関係省局が規制に動くものと思われる。

インドネシア 牧草ペレット製造に着目 飼料需要増大への対応

近着の資料によるとインドネシアの家畜取引商協会は、同国の酪農、肉牛肥育の発展には牧草ペレットの製造が必要と強調している。

同資料によると、同国では近く10万頭の繁殖牛の輸入が計画されており、同協会は増大する飼料需要を満たすには安価な牧草ペレットが最適との見解を示している。従来同国で活用されてきた乾燥キャッサバやコブラ搾油粕などの飼料原料は様々な形で人間が直接消費するため、高価につく。牧草ペレットの海外需要は日本、オランダ、西ドイツなどで大きい。マレーシアでも牧草ペレットの製造を始めており、製品の一部は輸出されている。

インドネシアでは74年に東部ジャワのラモンガンでP. T. Malowapatiが年間2万トンのペレット製造を始めている。同社の操業状況は明らかでないが、過去に何度かの輸出実績がある。しかし現在、銀行融資調達の遅れなどから財政的に行き詰まっているようだ。

また、同協会は牧草ペレットの国内需要として現在国内で飼養される5万頭の乳牛の存在も指摘。これらの乳牛は飼養状況が悪いことから産乳力が低く、牧草ペレットのような良質飼料が要求されるとしている。

インドネシア・中部ジャワで『そ害』の発生

この年頭、中部ジャワの水田で野そ害が発生、3,500haの水田が被害を受けたと伝えられる。

同国のそ害発生は恒常的。被害を最少限にするため農民は被害を受けた場合、直ちに農業機関に報告することが要請されているが、まだ効果的な防除

法を確立しておらず同分野での技術導入が求められている。

なお、水田への野そ害に加え貯蔵米へのそ害も大きいことが報告され、増産のための肥料農薬の投下よりもこうしたそ害を防除する方が結果として安上がりな増産になるとの意見も強い。

オーストラリア南部でも『そ害』発生

同国南部でネズミが異常繁殖し、数千エーカーの草地、畑作地帯で被害が出ていると伝えられる。

被害発生地はアデライデの北西340マイルのセドナ町を中心とする一帯。被害は過去10年間で最大とされ、からす麦の播種はすでに取り止められ、主要作物小麦の播種は4月中ばに延期された。ただ被害地帯では餌の対象が少なくなりはじめたことで生息数が減少傾向にあり、延期されている小麦の播種もようやく目途がついたと報告されている。

異常繁殖の誘因の一つとしては、昨年 of 順調な冬雨により作況が非常に良かったことがあげられている。ここ数カ月は干ばつに近い天候が続いたため餌の不足でネズミはそ群となり町々に群らがってしまった。当地の報告では、そ群は動く海のように畑は丸はだかにされ、樹皮をも食べ、さらに餌を求めて沖合300mに停泊する船にまで数百匹が泳ぎ着き、溺れ死ぬまでの間、船によじ登ろうと海上に浮かんでいたという。

防除として、多くの農民は穀物サイロなどの周囲に殺そ剤を仕かけているものの効果はほとんどみられないと伝えられる。

パプア・ニューギニアで製糖会社設立へ

パプア・ニューギニアで砂糖の自給を目的とした製糖会社 Ramu Sugar Holding Ltd. の設立が具体化した。

同社は同国政府，英連邦開発公社，香港上海銀行，ウェールズ銀行，ブッカー社などで設立するもので，このほど合併事業交渉がまとまった。事業地はニューギニア島東北部のラム川流域で約1万9,000 ha の政府所有地に甘蔗農園と製糖工場を建設する。製糖工場規模は年産3万トン，83年には完成の予定。現在，工場建設請負業者の選定中とされる。なお，事業用地は昨年同国政府がオーストラリア系企業より買収したもの。

同国の甘蔗栽培面積は約8,000 ha とされ，糖汁あるいは生食の形で消費されている。消費砂糖はオーストラリアよりの輸入に依存しており，年間輸入量（額）は74/75年1万9,035トン（7,164キナ），75/76年1万9,934トン（6,911キナ）。

パプア・ニューギニア

輸入石油代替のアルコール生産に着目

パプア・ニューギニアでも最近各国で注目されはじめたキャッサバ，甘藷など植物からアルコールを生産する事業に取組みはじめた。

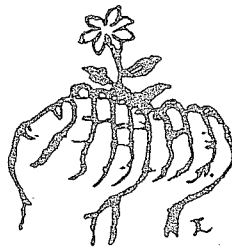
同事業は，輸入石油価格の高騰とそれに伴う物価上昇への対応策として自動車燃料用に同国政府が検討しはじめているもの。同国ではパプア側西部海岸地帯各所で油田探査を行なっているが未発見。77年には5,000万キナ（1キナ÷360円）を石油輸入に費しており，現在の輸入額は年間8,500万キナにも達すると推定される。

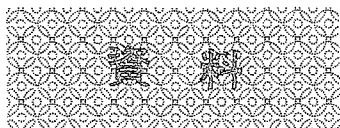
この3月にはクワララ副主相（当時）がブラジルを訪れキャッサバ原料のアルコール工場視察とアルコール燃料の自動車の利用状況を実態把握し、同国国会にキャッサバ原料のアルコール工場建設を勧告する報告書を提出している。訪伯中、同副主相はブラジルよりのアルコール自動車の輸入を求め、ブラジル側はこれに同意したとされる。

また、同国政府は日本企業にもアルコール生産部門での協力を求め、日本の醸造専門企業が現地調査を実施している。現地筋によると日本企業はアルコール生産事業への投資的参加は考えておらず、技術提供程度なら協力可能との反応を示したという。

同国政府はアルコール生産分野で外国企業を誘致するため、年ごとに作成する国家投資優先スケジュールのなかで79年より同分野への外資導入を奨励業種に指定している。

同国にはアルコール原料となる植産資源は多く、キャッサバ、甘蔗、サツマイモ、サゴヤシなどは伝統的な現地人主食で、大規模栽培はみられないものの庭先や焼畑、湿地などで育っている。





中国土壤と窒素問題

新潟大学名誉教授 川瀬 金次郎 訳

土壤窒素問題は主として二方面に分れ、即ち土壤窒素の含量およびその保持と増進、もう一つは土壤窒素の供給状況およびその調節である。前者は土壤肥培と密接に関連し、後者は施肥などの措置の作用を十分に発揮させて今の作物の高収をあげることである。

1 土壤窒素と有機質の含量

自然植生下で土壤有機質と窒素含量の消長は主として生物の集積と分解作用の相対的強弱で決定する。したがって異なる植生の類型および植物生長と微生物活動に影響する諸因子、特に水熱条件が土壤有機質と窒素の含量に顕著な影響をもつ。自然植生下で主要土壤類型の表層(0~20cm)の有機質と窒素の含量(表2・11・1)からみて、ある種の森林土壤と高山土壤などを除き、黒土が最高、その中で北部地区の黒土が南部の含量よりも高い。黒土から西に向い、黒鈣土→栗鈣土、棕鈣土→灰鈣土の順序により、有機質と窒素の含量は次第に低下し、炭素率もせまくなる。明らかに東から西に乾燥程度の増加につれ、

植生は漸次まばらとなり、生物集積量が低下し、分解作用が相対的にやや強まるのがこの種現象の主要原因である。北から南に侵蝕された土壤を除き、各土壤型の間で表土(0~20cm)の有機質と窒素はほぼつぎの変化傾向がある。：暗棕壤(白漿土と共に)から棕壤、褐土と黄棕壤へ明らかに低下し、炭素率がせまくなり、黄棕壤から再び南へ紅壤を経て磚紅壤になると含量はまた増加し、炭素率がひろくなる。紅壤、磚紅壤地区は高温多雨、すでに生物集積に有利だが、分解にも有利、自然植生の良好な情況で相当高い有機質と窒素含量を保持でき炭素率もややひろい；しかし土壤を開墾してからは有機物質の分解は比較的強烈で、再び侵蝕を受けるならば、表土の有機質と窒素含量は急速に低下する。したがって開墾後は地力培養に注意し、積極的に肥培しなければならない。華中丘陵地区の紅壤の耕地は多くはこの種の情況にあり、その表土の有機質は2%以下、大多数は0.8~1.5%の間、全窒素は多くは0.1%以下、一般には0.05~0.08%の間である。南海諸島の

訳者序

訳者はすでに昨年「中国土壤とリン酸肥料問題」を本誌(1979, 11月号)に掲載したが、今回は同じ「中国土壤」を原著とし、その第2編11章「土壤氮素」P360~375を和訳した。原著の題名の和訳は「土壤窒素」となるが、便宜上「中国土壤と窒素問題」に変更した。原著は中国科学院南京土壤研究所主編B5版 729頁 全3編48章(1978年3月刊)、現在菅野一郎博士と協力して全訳も進行中である。この原著を入手した経緯は本誌(1979, 11月号)に述べた通りである。なお土壤型名は中国名をそのまま使っているが、その日文名は菅野一郎氏：英中日土壤学用語集(1979)による。注記した。

表 2.11.1 自然植生下の主要土壌類型の有機質と窒素含量 * (0 ~ 20 cm)

土 壤 型 名 称	総標 本数	一般 変 異 幅		
		有 機 質 (%)	全 N (%)	C / N
黒 土	92	5.22-13.9 (71)	0.256-0.695 (74)	11.2-13.9 (79)
黒 鈣 土	26	2.62-6.76 (19)	0.129-0.431 (22)	9.5-13.7 (24)
栗 鈣 土	32	1.24-3.65 (28)	0.078-0.197 (29)	7.2-12.0 (29)
棕鈣土, 灰鈣土	35	0.60-1.98 (30)	0.04 -0.105 (28)	6.5-10.6 (25)
漠 土	12	0.24-0.74 (8)	0.028-0.073 (8)	6.2- 9.1 (9)
白 漿 土	8	3.03-5.71 (5)	0.144-0.346 (5)	11.8-13.4 (5)
暗 棕 壤	21	5.66-11.9 (15)	0.168-0.364 (15)	12.1-14.4 (16)
褐 土, 棕 壤	11	1.46-2.88 (6)	0.064-0.145 (6)	9.0-13.5 (8)
黄 棕 壤	13	1.24-2.91 (8)	0.060-0.148 (9)	9.3-13.1 (8)
紅 壤	41			
非 侵 蝕		2.68-5.90 (22)	0.101-0.340 (25)	10.3-18.9 (21)
侵 蝕		0.76-2.11 (10)	0.043-0.108 (11)	9.1-13.6 (9)
磚紅壤, 赤紅壤	44			
非 侵 蝕		2.14-6.00 (24)	0.09 -0.305 (25)	10.5-20.9 (22)
侵 蝕		0.85-2.00 (16)	0.039-0.116 (16)	9.6-18.1 (14)
黄 壤	28	4.05-14.9 (23)	0.144-0.57 (20)	10.9-18.8 (21)
黒毯土, 草毯土	21	5.41-12.2 (15)	0.268-0.584 (15)	10.4-19.6 (16)
沙壤土, 巴壤土	15	1.36-2.98 (13)	0.104-0.166 (12)	7.4-9.5 (14)
磷 質 石 灰 土	15	6.29-11.8 (8)	0.417-0.892 (9)	7.9-9.5 (11)

* 資料の由来：土壌専報、学報、通報など土壌雑誌と関係のある土壌専門書及び中国科学院南京土壌研究所の一部未刊資料である。

** 変異幅のカッコ内の数字はこの変異幅内の標本数である。

リン酸質石灰土にいたっては、熱帯地区の珊瑚貝殻の碎屑砂に由来し、鳥糞と枯枝落葉が参与して形成した一種特殊類型の土壤で、石灰、リン酸、有機質と窒素もやや豊富、炭素率は比較的せまい。

開墾耕作に影響されて土壤有機質と窒素の集積と分解は自然土壤とは同じではない。収かく物が大部分あるいは一部の生物によって集積した有機質と窒素（利用方式の相違で数量の差異がとても大きい）をとり去る。しかし、また施肥で補充できる。耕作土壤の有機質と窒素含量はこの種条件での一つの平衡値で、耕作制度の発展につれてその量も変化しつつある。表2・11・2に列記した各地区の耕作土壤の有機質と窒素含量の資料からみると、東北黒土地区が最高、その次は華南、西南と青蔵地区。黄淮海地区と黄土高原地区が最低である。例外を除き、その変化傾向は大体自然植生下の土壤情況と一致している。同じ地区範囲内では自然条件と人為的因子の影響の差異により、さらに進めて若干区域を区分できる。長江中下流地区の水稻土を例⁽¹⁾にすると、里下河地区土壤の有機質と窒素は最高、次は蘇南太湖地区、蘇皖黃土丘陵区は相対的にやや低い。このほか、やや小さい生産単位の範囲では、地形位置と利用方式の相違によりその含量に一定の差異がある。例えば江蘇下蜀黃土丘陵区では丘陵区の黃崗地が最低、平坦黃崗地域は平坦小粉土は中間だが、正統馬肝土は最高、ある種の排水不良の黒馬肝土は馬肝土にくらべ高い。⁽²⁾ 平原地区では村落からの距離の遠近により土壤有機質と窒素含量も規則的に変化し、村の近くでは毎年有機肥料が多く使われ、村から遠くはなれ施肥の少い土壤にくらべ、有機質と窒素も高い。

同じ地区の耕作土壤でも利用方式が異なるとう有機質と窒素含量がちがう。畑地では収かく物が生物の集積した有機物と窒素をとり去り、根株だけが僅か残るので、そのため施肥で補充しなければならない。經濟林木の集積

する有機物質と窒素は相当大きい部分が土壤の炭素窒素循環に参加できるが、畑作土壤ほど頻ぱんに耕作しないから、茶園や柑橘園土壤の有機質と窒素は畑作土壤より常に高い。水稻土と畑作土壤とではきわめて大きな差異がある。一般に水稻土の施肥量は畑作土壤よりも多く、湛水条件での有機質分解は相対的に緩慢、しかも田面が平坦、侵蝕が輕微のため、その有機質と窒素含量は畑作土壤よりも高い。土壤の水分狀況と粘粒含量は有機質と窒素に影響する二つの重要な因子である。水分過多は嫌気過程をみちびき、有機物質の分解を緩慢とし、粘粒は有機物質の分解を保護する作用がある。そのため低湿粘重土壤は一般に同一地区の排水良好あるいは軽しよう土壤よりも有機質と窒素が高い。華北平原の情況が然り、⁽³⁾ 華中華南地区でもこの種の相關性があつた。華中華南地区の異なる母材の発達した水稻土の研究では耕作層の有機質と全窒素含量と団粒含量との相關係数は夫々0.714と0.734に達した。（ $n=13$ 、皆1%確率で顯著の水準である⁽⁴⁾）。大多數の耕作土壤に対して言えば、土壤肥培の重要な方面は土壤有機質と窒素含量を高めることであり、しかしやはりその循環強度を十分重視しなければならない。後者は土壤有機質と窒素の集積と分解速度を含み、さらに土壤を中心とする窒素の循環速度など両方面を含んでいる。高収と安定生産をかつとるため、土壤が一定量の有機質と窒素を保有する必要がある、また窒素循環をうながす条件を創造すべきである。年間作付率をふやし、高収耐肥品種に改める他、土壤肥沃度の向上のための総合処置をとり、さらに耕作施肥、灌溉排水処置を急いで採用し、土壤肥沃度諸因子を調節して作物の豊収要求に適応して窒素循環と多収をはやめる目的を達成しなければならない。

2 耕作土壤中の窒素の転化と供給

土壤窒素の供給狀況は合理的に窒素肥料な

表 2.11.2 異なる地区土壌の耕土層の有機質と窒素含量 *

地 区	利用情况	総標本数	幅		
			一	変	異
			有 機 質 (%)	全 N (%)	O/N
東北黒土地区	畑	248	2.53 - 7.47 (174)	0.150 - 0.348 (168)	10.1 - 13.9 (199)
	水	21	3.19 - 6.91 (18)	0.150 - 0.350 (19)	10.1 - 12.3 (19)
蒙 新 地 区	畑	125	0.60 - 2.48 (99)	0.052 - 0.195 (104)	7.0 - 10.9 (102)
	畑	57	0.72 - 5.35 (53)	0.052 - 0.266 (54)	7.0 - 12.4 (45)
青 蔵 地 区	畑	216	0.63 - 1.39 (150)	0.04 - 0.097 (165)	7.0 - 10.0 (154)
	畑	315	0.40 - 1.29 (227)	0.03 - 0.099 (248)	7.0 - 10.5 (247)
黄土高原地区	畑	14	0.94 - 1.40 (10)	0.04 - 0.094 (10)	7.8 - 9.9 (10)
	水	49	0.90 - 1.76 (35)	0.051 - 0.115 (37)	7.1 - 11.9 (33)
長江中下流地区	茶園	20	1.00 - 1.67 (17)	0.06 - 0.108 (17)	8.1 - 11.9 (16)
	水	524	1.20 - 3.48 (440)	0.08 - 0.188 (421)	8.0 - 12.0 (434)
華中紅壤地区	畑	115	0.83 - 1.98 (91)	0.060 - 0.119 (92)	8.0 - 12.8 (90)
	茶園、柑桔	15	1.30 - 1.96 (12)	0.067 - 0.100 (11)	8.1 - 12.0 (9)
西 南 地 区	水	271	1.04 - 2.97 (214)	0.07 - 0.179 (210)	8.0 - 12.0 (222)
	畑	61	0.56 - 2.46 (46)	0.036 - 0.133 (45)	8.0 - 13.9 (45)
華南、滇南地区	水	124	1.00 - 3.45 (91)	0.061 - 0.192 (92)	7.5 - 13.9 (95)
	畑	28	0.79 - 3.21 (19)	0.070 - 0.183 (18)	8.3 - 13.5 (18)
	ゴム園	77	1.27 - 2.96 (58)	0.06 - 0.156 (60)	9.4 - 13.9 (53)
	水	181	1.52 - 3.98 (140)	0.08 - 0.206 (138)	9.0 - 13.0 (129)

* 出所：表 2.11.1 と同じ、此の外に中国農科院陝西分院土壌肥料研究所、中国科学院西北生物土壤と水土保持研究所部分未刊資料、及び各省土壌誌中の一部資料を含む。

** 変異幅後のカッコ内の数字はこの変異幅内の標本数を指す。

どを施用するための主要なより所の一つである。土壤窒素の供給状況に影響する因子は気候条件（土壤の水熱条件に対する影響）、土壤性質、作物生長などである。しかしその供給状況を調節する措置は決して窒素肥料を施用するだけに限らないで、さらに耕作灌漑なども含めるべきである。

(1) 土壤窒素の供給

1. 土壤窒素の供給量

土壤窒素の供給量と窒素肥料、有機肥料中の窒素の利用率は窒素肥料の使用量を確定する二つの重要なより所である。浙江全省24地点で統一設計による二期早稲水田圃場試験結果では対照区の水稲成熟期地上部の集積した総窒素量は4.6～15.4斤/畝、耕作層土壤窒素総量の1.4～2.8%⁽⁵⁾である。全ての傾向からみて、土壤全窒素含量が高いと成熟期水稲地上部分の集積した総窒素も多い。異なる地区、異なる作物が施肥しない時の成熟期地上部分の集積した窒素量（2・11・3）は耕作層土壤の全窒素の4%を超過せず、一般に2～3%である。その中では生長期間がやや長いのは生長期間がやや短いものにくらべ相対的にやや高い。当然たとえ施肥しない情況でも、作物地上部分が集積する窒素量も土壤が供給する窒素を決して代表できないし、それは降雨と灌漑水から帯入及び流失した窒素などを考慮していないからである。したがって上述の数値はただ一つの大ざっぱな印象を与え得るだけである。

土壤窒素の供給量は土壤中の無機態窒素量と作物生長過程で無機化できる窒素量を含んでいる。後者はまた土壤の性質と無機化条件の制約を受けている。紅壤地区と蘇南地区の一部の水稲土に対する湛水培養法で測定した無機化量と無機化率（無機化量の土壤全窒素に占める百分率）の結果は表2・11・4に示した。蘇南地区土壤の無機化量の変異幅は0.45～20.0 mgN/100 g土、平均7.12 mgN/100 g土；無機化率は一般に3～4.5%の

間を変動している。

レンゲ草の生長がやや良好な時は無機化率もほぼ高く、その次は麦田、生産の低い白土は1%より低い。無機化率と土壤の全窒素および粘粒含量には明らかな相関はないが、無機化率と土壤全窒素との相関性は比較的密接である。紅壤地区の土壤はその無機化量の変異幅は1.28～6.15 mgN/100 g土、平均4.20 mgN/100 g土。沖積物と花崗岩から発達した水稲土は無機化率約3.5%以上、第四紀紅色粘土と石灰岩から発達した水稲土は2%前後、しかし石灰性水稲土はただ1%前後である。紅壤地区土壤では無機化量と全窒素は明らかな相関がない。しかし無機化率は全窒素と粘粒含量とにかえて明らかな負の相関がある。耕作措置は強烈に土壤窒素の無機化に影響する。北方畑作地区の盛夏耕作休閑と南方水稲地区の乾田休閑は窒素の無機化に対し明らかな促進作用がある。撈土麦収かく地は夏期休閑期間150 cm土層の無機化で毎畝硝酸態窒素が2.4～3.3斤集積するし、豌豆収かく地は6.6斤⁽¹³⁾に達する。観測では一部の無機化した窒素は損失の可能性がある⁽¹⁴⁾。晒垡休閑の時間が長すぎると年間栽培率の向上に影響する。水稲土地区の乾田休閑効果と土壤類型は密接な関係がある。植木鉢試験で土壤を風乾してから湛水して水稲を植えた時、土壤窒素の無機化率（水稲地上部が吸収する窒素量で計算）は1.8～4.2%と変動し、グライ性水稲土が最高⁽¹⁵⁾となる。東北黒土地区では広範に反転深耕耕作法を採用し、耕作層透過と地温を高めることと土壤窒素の解放促進にも良好な作用をしている⁽¹⁶⁾。一般に培養法が土壤の有効態窒素を測定する比較的良い方法であると認めているが、測定した無機化量と無機化率は、往々にして圃場条件下の土壤が作物吸収に供給する窒素量およびその耕作層の土壤全窒素に占める比例よりも高くなることがある。初歩的資料では植木鉢で湛水して水稲を栽培する条件における

表 2.11.3 施肥しない時作物が土壌から吸収した窒素量 (地上部分) (圃場試験) (6~11)

地 点	土 壤	土壌全窒素 (%)	作 物	収 量 (斤/畝)	作物地上部分の吸収窒素量	
					(斤/畝)	耕土層土壌に占める全窒素貯蔵量 (%) *
北 京	潮 土	0.10	小 麦	496	9.9	3.3
山 東	棕 壤	0.052	とうもろこし	158	4.2	2.7
江 蘇	水 稻 土	0.141	単季晩 稻	814	12.9	3.0
江 蘇	水 稻 土	0.141	単季晩 稻	830	14.3	3.4
江 蘇	水 稻 土	0.166	双季早 稻	730	11.3	2.3
江 蘇	水 稻 土	0.188	双季晩 稻	466	7.7	1.4
広 東	水 稻 土	0.135	双季晩 稻	401	8.1	2.0
広 西	水 稻 土	0.109	早 稻	501	7.0	2.7

* 耕土層土重は30万斤で計算した。

表 2.11.4 土壌窒素無機化量と無機化率と土壌全窒素と粘粒含量との相関性⁽⁴⁾

相 関 変 量	蘇南地区土壌の相関係数	紅壤区土壌の相関係数
全 N ~ 無機化量	0.942**	-0.282
全 N ~ 無機化率	-0.146	-0.726**
粘 粒 ~ 無機化率	0.339	-0.586*
物理粘粒~無機化率	0.337	-0.521

* 5% 確率の顕著なレベルに達している。

** 1% 確率の顕著なレベルに達している。

注：風乾土灌水30℃培養、無機化量を測定（即ち培養後の無機態N量から培養前の無機態N量を差引いたもの）。

表 2.11.5 土塊の大小の窒素無機化に対する影響（mgNH₄ -N / 100g乾土）*
（風乾土灌水25℃培養）

土 壤 名 称	土 塊 大 小 ** (mm)	培 養 日 数	
		10	20
堅 頭 烏 柵 土 (全N 0.240%) 烏 柵 土 (全N 0.168%)	8-10	2.52	4.43
	<1	3.58	5.17
	8-10	1.53	1.93
	<1	2.75	2.95

* 土壌は江蘇常熟から採り、湖積物の発達した水稻土に属す。
** 1mm以下の土壌試料は8~10mmの土塊を磨砕後、1mmの篩で分別した。

分けつ期間の土壤窒素の供給量は湛水して水稻を栽培しない場合よりも低い⁽¹⁷⁾。したがって培養法による測定結果を具体的に運用するにはこの種の因子を考慮すべきである。簡便な化学的方法で土壤窒素供給量の相対値を測定するには0.5 N NaOH蒸溜法^(18,19)、⁽¹⁸⁾ NNaOH拡散法⁽¹⁸⁾およびその改良法⁽⁵⁾などが提出されている。これらの方法による測定結果で土壤窒素の供給量を推計する時には土壤の全窒素含量あるいは培養法の無機化量を用いての結果と同じく関係する因子の影響も考慮する必要がある。

2. 土壤の窒素供給特性

土壤の窒素供給特性は土壤性状が異なるので同じではない。ある土壤は前効があって後効が少なく、あるものは前効が不足し、後効が大きいし、あるものは作物の全生長過程で窒素供給が全て十分だが、あるものは全て不足を感じる。土壤の窒素供給特性は土壤により窒素肥料の施用時期と施用回数を適当に確定する重要な証拠である。群衆の経験からみ

て、肥効十分で土壤肥沃度が全て高い時にはその有機質と窒素が豊富、土性と透通性が相当である。前効が十分、後効が小さい土壤は一般に土性が軽し、透通性が強い。前効が小さく、後効が十分な土壤は一般に土性が粘重、透通性が劣る。土壤の窒素供給特性は土壤窒素の無機化過程と作物の窒素吸収過程に対する総合的反映である。水稻土に対する研究は易加水分解性窒素(0.56 NHCℓ 100℃加水分解で測定したアルカリ安定性窒素量を指標とする)含量の高い土壤は肥効が十分かつ長持ちするし、水稻の生長後期における窒素無機化量はやはり比較的高いことを示している⁽²⁰⁾。異なる土性の2種土壤、アンモニア態窒素のレベルが近い土壤で、粘粒含量の低い土壤(小粉土、粘粒21.8%, 全窒素0.113%)から水稻が吸収する窒素量は粘粒の多い土壤(青泥土、粘粒30.0%, 全窒素0.127%)に比較していささか早く、かついささか多い(図2・11・1)(21・22)。

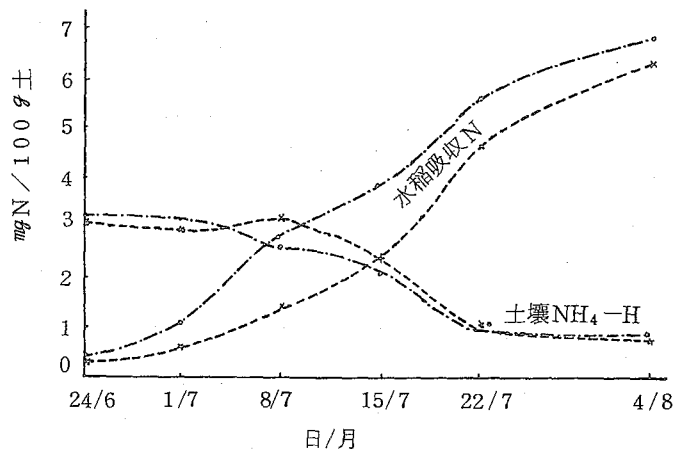


図 2.11.1 兩種水稻土(江蘇江寧青泥土、小粉土)上水稻の吸収するN量と土壤 $\text{NH}_4\text{-N}$ 量の変化(植木鉢)

注: 水稻吸収N量(根系を含む)100 g 乾土から吸収したN量で計算

..... 小粉土 -x-x-x- 青泥土

この他低湿粘重な土壌は一般に耕作性が悪く、土塊が大きく、湛水後でも容易に崩れないので作物生長前期の土壌窒素の無機化にも影響する(表2・11・5)。⁽²³⁾ 土壌の窒素供給特性が主として窒素の無機化過程に関連しているけれども、しかし土壌のアンモニア態窒素に対する吸収強度の影響も受けている。⁽²⁴⁾ 土壌窒素の無機化過程に影響する因子は土壌自体の基本的性質以外に、作物生長期間の土壌の水熱条件の動態変化も重要な因子である。耕作措置は土壌性状と水熱条件に対する影響を通して一定の調節作用を起しているはずである。

(2) 化学窒素肥料の土壌中における転化と窒素供給

化学窒素肥料が土壌に施用されると各種の

転化ルートを経由して供給特性を表現できるが、異なる土壌では全く同じでない。ある土壌では効果がおそくあらわれるが長く持続するし、ある土壌では効果が早くあらわれるが、しかし短い。前者は耐肥性が高く、後者は耐肥性が低いと称すべきである。^(20, 25) 水稻土の少数の研究結果によると、土壌耐肥性の高低に影響する因子は先づ土壌無機態窒素の微生物同化固定作用と固定態窒素の再無機化作用、その次はアンモニア態窒素の土壌固相と液相との間の吸収と解放の動態平衡過程および液相アンモニア態窒素の根系表面にいたる移動過程、この他さらに窒素の損失問題がある。

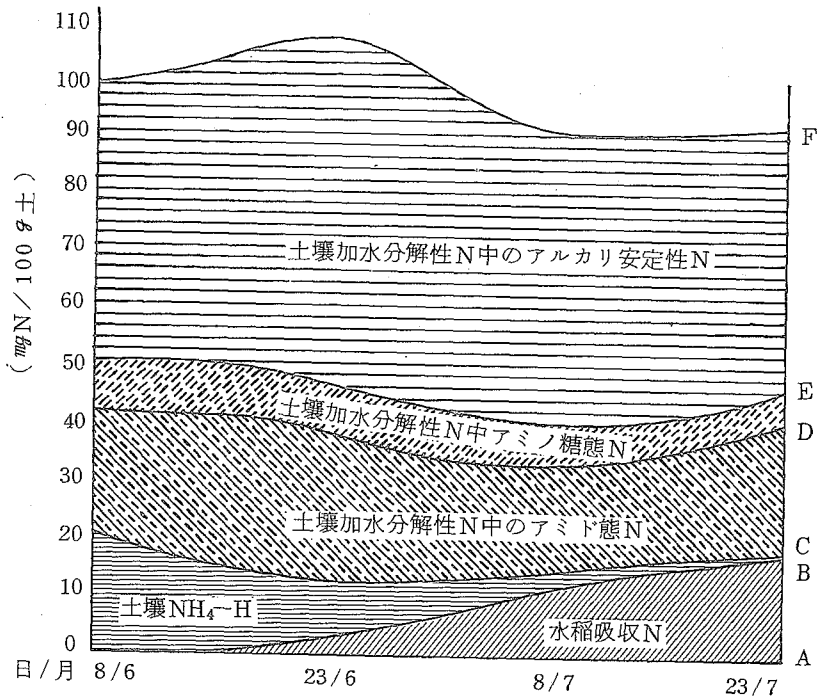


図 2.11.2 水稻土(江蘇江寧青泥土)硫安表層施用後各部分 N の変化(植木鉢、施入 N 量は 18.6 mg/100g 乾土、加水分解性 N 量 6NHC1 で加水分解)

図2・11・2は植木鉢条件で水稻について土壌表層に硫安を施し、各部の有機態窒素とアンモニア態窒素および水稻の吸収した窒素量（根系を含む、以下同じ）の動態を測定した結果⁽²⁰⁾である。表層に硫安を施用してから半月後、6 NHC1 加水分解性窒素（曲線Fと曲線Dの間）は最大値となり、その後また低下し、その中で特にアルカリ安定性窒素の変化が最も明瞭である（曲線Fと曲線Eの間）。これは施肥初期に土壌微生物が一部の肥料窒素を同化固定してから、その後また部分的に無機化したことを示している。もし毎回測ったアンモニア態窒素と水稻吸収窒素の和を土壌（施用硫安を含む）の供給した窒素とすれば肥料を施さない時には土壌窒素の無機化により、総供給窒素はたえず増加する。しかし硫安を表層施用するとかえって馬鞍型の変化（曲線C）を示している。総供給窒素量が最低点にいたる時間と上述の加水分解性窒素が最高点に達する時間とは丁度一致している。圃場条件でも類似した傾向を観測した⁽¹²⁾。当然総供給窒素の低下は部分的に粘土鉱物の化学固定および脱窒による損失が関係している。水田土壌の硝酸態窒素の含量はきわめて微かで一般にアンモニア態窒素の含量を水稻の利用できる窒素としている。土壌中のアンモニアは3種の状態に区分できる。即ち粘土鉱物固定態アンモニア、交換性アンモニアと液相アンモニア。通常いわゆるアンモニア態窒素は交換性アンモニアと液相アンモニアの和である。この3種状態のアンモニアが動態平衡にあり、作物吸収と施用アンモニア態窒素肥料が全て異なる状態のアンモニアの数量変化を起す。植木鉢試験でこの種変化に対して進めた動態観測の結果⁽²¹⁾は、施肥しない時に粘粒を多く含む青泥土で粘土鉱物固定態アンモニアは一般に100 g土壌ごと10 mg N前後（NHF-NHC1抽出）、粘粒含量の低い小粉土は100 g土壌ごとに8 mg窒素。分けつ期の各期で測定した結果、波動はあるが、しか

し一般に1 mgの範囲を超えない。土壌液相中のアンモニア態窒素は甚だ微かである。施肥しない時には1～3 ppmで変動し、節間伸長以後は1 ppm以下である。液相アンモニア態窒素は土壌液相アンモニア態窒素と交換性アンモニア態窒素の総量の5～20%である。硫安を表層施用してからの液相アンモニア態窒素もただの2～5 ppmである。両種土壌を比較すると施肥の有無にかかわらず水稻の吸収する窒素は小粉土が青泥土よりも大きい（図2・11・1及び表2・11・6）。

水稻が吸収するにつれ、土壌の交換性アンモニア態窒素は漸次低下する。これは液相アンモニア態窒素が作物吸収と交換性アンモニアの解放補充に対処する動態平衡中、水稻の吸収する窒素の多少が土壌中の交換性アンモニア量（土壌窒素無機化の土壌アンモニア態窒素に対する補充を含む）およびその解放速度（土壌交換量の高低の制約⁽²⁴⁾を受ける）で決定することを示す。土壌有機質はエネルギー物質となり、そこで肥料窒素の微生物同化固定およびその後の再無機化作用に影響し、また交換基となって交換性アンモニアの吸着・解放作用に影響するにいたる；さらに粘土鉱物類型と粘粒含量が部分的に後者の作用と関係する。したがって有機質と粘粒を多く含む土壌では化学窒素肥料は一般に効果が遅く、持続性は長くなり、さらにその含量の低い土壌では早く効果が出て、持続性が短い。

これは群衆の経験と一連の研究結果と一致している。^(20, 22, 25) 北京郊外の畑作土壌での調査結果⁽²⁶⁾も化学窒素肥料の効果が早く持続性の短い土壌は土性が一般に比較的軽しうであるが、しかし効果が遅く持続性が長い土壌は比較的粘重であることを示している。

土壌の耐肥性は土壌をみて窒素肥料を施用する折の重要なより所の一つである。耐肥性の高い土壌では窒素肥料の用量過多あるいは過早のため作物生長が過度に盛になるのを防

表 2.11.6 硫安を表層施用後のNH₄ ~Nと水稻の吸収した窒素量の変化* (mgN/100g乾土)⁽²⁰⁾

土 壤	項 目	日/月	1/7	8/7	15/7	22/7	4/8
小 粉 土	液相NH ₄ -N		0.44	0.47	0.37	0.36	0.12
	交換性NH ₄ -N		9.54	6.71	4.28	2.32	0.75
	水稻吸収N		1.85	4.28	6.63	9.21	12.14
青 泥 土	液相NH ₄ -N		0.49	0.49	0.53	0.23	0.13
	交換性NH ₄ -N		8.94	7.96	6.05	3.53	0.83
	水稻吸収N		1.25	2.56	4.03	7.01	10.68

* 単季晩稻植木鉢、6月24日硫安表面施用9.2mgN/100g乾土。土壌は江蘇江寧。青泥土と小粉土の有機質含量は夫々2.18%と1.95%、全N0.127%と0.113%、pH6.1と6.3、粘粒30.0%と21.8%

表 2.11.7 窒素肥料と有機肥料中の窒素のその季の利用率(圃場試験、差引法)*

作 物	硫	安	硝	酸	豆 科 綠 肥	厩 肥	堆 肥、 嫌 気 堆 肥
水 稻	53.3 ± 15.4 (n=21)		—		25.3 ± 5.0 (n=10)	16.7 ± 9.0 (n=9)	16.6 ± 5.6 (n=10)
小 麦	52.9 ± 20.7 (n=23)		54.4 ± 19.4 (n=8)		—	20.0 ± 11.3 (n=5)	—

* (1) 列記した利用率は平均値と標準差、カッコ内は統計とした数字

(2) 供試厩肥は一般にN0.2-0.7%、堆肥、一般にN0.11-0.28% (新鮮物)

(3) 資料の由来: 江蘇、江西、湖北、湖南、広西、河北、寧夏、陝西と蘇州、揚州、柳州、盤錦等農科院(所)及び中国農科院土壤肥料研究所、中国科学院南京土壤研究所の報告と未刊資料

止すべきであるし、耐肥性の低い土壤では用量不足と時期遅れでの力不足による黄化を防ぐ必要がある。一期作の晩生稻で“肥土（耐肥性高い土壤を指す）では黄色がひどいと施肥する；瘦土（耐肥性低い土壤を指す）では黄色が少し出ると施肥する”という施肥経験がある。^(20, 22, 25) 試験によると蘇南地区の耐肥性の低い土壤では硫酸を豚糞に代用して一期作晩生稻の穗肥とする時は必ず分施すべきで、而してなお耐肥性の高い土壤では一回で施用すべきである。^(22, 25)

3. 化学窒素肥料の効用

有機肥料と化学肥料の配合施用は我国の長期間の生産実践で形づくられた一種の施肥制度であるし、土壤の有機質平衡に対し代用できない作用をもつだけでなく、さらに栄養元素の循環と平衡に対しても重要な意義を持ち、土壤肥沃度の保持向上とその時季の作物の栄養条件を調節することとを結合させた一種の施肥制度である。

(1) 化学窒素肥料の増産効果と窒素利用率

一般的には化学窒素肥料は各種の土壤で異なる作物に対し明瞭な増産効果がある。しかし影響因子は多く（気候、土壤、作物、耕作、栽培措置および肥料配合と施肥方法など）、したがって増産の幅も異なる（施肥が当を得なければやはりほとんど増産効果もない）。例えば河北で8種の作物についての143回の試験で窒素肥料の増産幅は全て比較的高かった。⁽²⁷⁾ 全国化学肥料試験網の統計では畝当り有機肥料2000～4000斤を基肥とし、その上に毎畝硫酸の40斤で、硫酸1斤当り粟3～5斤、小麦2～4斤、とうもろこし3～6斤、実棉1～2斤、油菜子実1斤前後、薯類と甜菜8～12斤増産した。⁽²⁸⁾ 窒素肥料の形態方面において硝酸態窒素肥料は北方石灰性土壤での畑作に対する肥効はアンモニア態窒素肥料（アンモニアが揮発損失する状況にある）にほぼ等しいか、あるいはいくらか高いが、水稻に施用すると効果がいくらかおと

る。重炭酸アンモニアは揮発損失しやすく、その効果はただ硫酸の70～90%に相当するだけであるし、施用が当を得ないと効果にとても差がある。^(29, 30) 紅壤畑作で硫酸、塩安を施用する時には必ず石灰施用と結合し、その生理酸性が作物に及ぼす不良な影響を消滅しなければならない。⁽³¹⁾ 窒素肥料の増産効果と窒素利用率は関連があるが、二つの異なる概念である。窒素利用率を高めることは収量の増加につながり得るが、必ずしも全て増産効果に反映するとは言えない。以下窒素利用率問題を重点として討論する。植木鉢試験では窒素の損失が少なく、根系密度が大きいなどの原因で窒素利用率は一般に圃場試験の結果に比較していくらか高い。N¹⁵トレーサー法による圃場試験結果では、硫酸は水稻土でのその作季における利用率は30%⁽³²⁾と40～47%⁽⁶⁴⁾である。化学窒素肥料の残効はとても低く、畑作第1期の残効は約3%、第2期以後は1%前後と低い。⁽²⁹⁾ 在来法による窒素利用率の圃場試験統計結果の一部を表2・11・7に列記した。化学窒素肥料の利用率は平均50%になるが、影響因子がとても多いので変異幅がやや大きい。在来法の結果はトレーサー法よりも高い。主としてN¹⁵肥料が土壤窒素の転換作用に関与しているなどの要素の影響による。化学窒素肥料の利用率の低い一つの重要な原因はアンモニアの揮発、脱窒と溶脱などによる窒素の損失である。石灰性土壤では重炭酸アンモニアとアンモニア水がアンモニアの揮発により大量の窒素を損失（20%以上に達する）するだけでなく、たとえ硫酸でも地表にまいて6～9日以内に7.5～12.9%もの窒素が損失（CaCO₃が夫々3～4%および8.8%の土壤で）⁽³³⁾する。室内研究⁽³⁴⁾で高温、蒸発量が大きいとアンモニアの揮発損失量も多く、土壤のCaCO₃が多いと損失量もいよいよ多くなることを示している。

水田にN¹⁵をトレーサーした硫酸を表施した

窒素平衡の測定結果ではバランスシートの欠損部は施入N¹⁵ 肥料窒素の35%前後を示し、推測では主として脱窒による損失の結果⁽⁶⁴⁾である。当然脱窒による損失は水田に限らない。畑作土壌でも局部的あるいは短時間の通気不良も脱窒作用を起こす。しかし水田の脱窒損失は畑作土壌にくらべ著しく顕著である。南方畑作土壌では硝酸態窒素の溶脱する可能性が比較的大きく、北方では個別地区を除き溶脱する窒素量は余り多くない。陝西武功の壤土の定位置観測によると夏季に深度150cmまで溶脱した硝酸態窒素を小麦がやはり吸収利用⁽³³⁾していた。したがって南方地区ではアンモニア態窒素(尿素を含む)の施用が適し、北方の石灰性土壌では硝酸態窒素がさらに適しているようである。

(2) 化学窒素肥料利用率の向上

① 窒素肥料の深層施用。化学窒素肥料の利用率を向上するには比較的普遍的な方法としては窒素肥料の深層施用である。例えば基肥では耕作前に土壌表面に撒布し、直ちに耕起しながら土壌中に鋤き込み；追肥では畑作地に溝まきしたり、穴まきしてから覆土するし、水田では球状肥料あるいは粒状肥料を穴播施用してふさぎ、液肥(アンモニア水を包括)を深く施用するなどの方法を用いる。アンモニア態窒素肥料を石灰性土壌に深層施用すると主としてアンモニアの揮発損失を減少する。測定では重炭酸アンモニアを6cmに深層施用すると7日以内は窒素の損失がなく、7日後もただ少量損失するだけである。しかし地表にばらまきすると損失は20%以上になる。⁽³³⁾石灰を含まない水稻土で圃場および植木鉢試験の結果、硫安球状肥料あるいは粉状肥料を深層施用する時は、利用率が地表ばらまきよりも顕著に高いことを示している。^(32, 35)これは化学窒素肥料が還元層内に深く施用され、脱窒による損失を減少したからである。重炭酸アンモニアを深層施用するとアンモニアの揮発を減少し得て、効果はさらに顕著と

なる。⁽³⁵⁾

重炭酸アンモニアと土壌を混合して(あるいは同時に有機肥料とリン酸肥料を加える)球状肥料をつくる時、製造放置過程で大量のアンモニアが揮発するから、製造後はできるだけ早く土壌に施さなければならない。重炭酸アンモニアを直接機械で粒状化するだけで肥料の比表面を減少し、アンモニアの揮発損失を減少させ、また包装袋中で大塊になるのを防ぎ、破碎施用過程における損失を減少する。水田で粒状肥料を追肥穴播する時は粉状肥料を撒施するよりも顕著に増収するのみならず、球状肥料の施用よりも効果が大きく、窒素の利用率高い。⁽³⁶⁾粒状肥料を深層施用すれば当然土壌との接触面が減少し、土壌微生物による肥料窒素の同化固定作用を低下させ、その結果窒素の利用率向上に有利となる。

② 窒素肥料の肥効増進剤。ここ数年来、アンモニア態窒素肥料(尿素を含む)と窒素肥料の肥効増進剤との混合施用についても多くの研究が行なわれた。薬剤には2-クロル-6-(ミクロルエチル基)エチルピリジン、2-アミノ-4-クロル-6エチルピリミジン、硫酸グアニル尿素、トリアジンなどがある。これらの薬剤は硝化抑制剤として土壌の硝化作用を抑制し、窒素の損失を減少し、窒素利用率を高めるが、しかし一定の刺激作用⁽³⁷⁾もあり得るし、しかも豆科作物と甘藷には薬害⁽³⁸⁾がある。最近の各地の試験では、ある状況で窒素肥効促進剤は一定の効果を示すけれども、影響因子がとても多く、そのため効果が不安定である。^(34~42)異なる地区の畑作土壌の硝酸態窒素の無機態窒素総量(硝酸態窒素+アンモニア態窒素)に占める比率の動態変化状況(図2・11・3)^(43~45)は地区と季節の相違で硝化強度にとても大きい差別を示している。

表 2.11.8 湛水培養中の土壌の硝化率と亜硝酸菌の数量 * (46)

土 壤	採集地点	硝 化 率 (%) **				亜硝酸菌 (千 / g 乾土)		
		二 週	三 週	四 週	五 週	二 週	三 週	四 週
水稻土 (両合土)	江蘇淮安	0.09	6.40	2.00	41.8	1600	1600	16000
水稻土 (黄泥土)	江蘇丹陽	0.03	0.38	1.09	3.13	350	400	90

* 湛水薄層培養、加入硫安 60 mg N / 100 g 土

** 硝化率は加入した土壌中の NH_4N の硝化百分率を指す。

表 2.11.9 有機肥料中の窒素の分解率 (%) (湛水培養試験) * (50)

異なる母材の発達した水稻土	異なる有機肥料の N 分解率 (%)		
	た め 池 肥	牛 糞	レ ン ゲ 草
第四紀紅色粘土 (粘壤土)	19	16	54
花崗岩風化物 (粉壤土)	11	9	33
石灰岩風化物 (壤粘土)	18	11	31
河流沖積物 (砂粘土)	13	9	38
紫色土 (壤粘土)	25	18	31

* 植木鉢に入れた土 2.5 斤、施入有機肥料の量は 1.5 g、N / 植木鉢に相当。早稲期間に湛水稻を植え、100 日培養。有機肥料新鮮物 N % : ため池肥料 0.23、牛糞 0.40、レンゲ草 0.47。

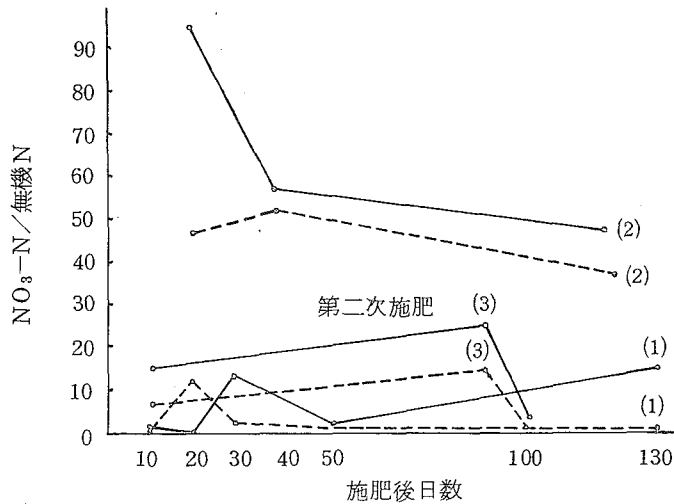


図 2.11.3 畑作条件で施肥後土壤中 NO_3N の無機Nに占める比率
 —— 不加硝化抑制剤 - - - - 加硝化抑制剤
 (1) 広東開平、冬小麦期間の圃場植木鉢埋設試験（作物なし）；
 (2) 遼寧昭烏達盟、粟試験田、6月29日追肥後測定；
 (3) 江蘇呉県、冬小麦試験田、年末肥料と春肥施用後測定

水稻土の湛水薄層による培養試験結果（表2・11・8）もこの点を説明している。土性がやや軽しような両合土は粘重な黄泥土よりも硝化能力がきわめて高い。⁽⁴⁶⁾

畑作条件で過剰な降雨と灌漑は特に土壌の保水能力が低い時には硝酸態窒素が溶脱しやすく、脱窒による損失も当然あり得る。水田での脱窒損失量は土壌有機質含量、 PH ⁽⁴⁷⁾および土性に関係がある。畑直播水稻で窒素肥料を基肥とする時、幼苗稈が長くなる一段階時期に硝化作用が有利に進み、この後の湛水灌漑は容易に硝酸態窒素の脱窒損失と溶脱を起させるので、肥効増進剤の効果が比較的顕著である。⁽⁴⁸⁾その他土壌の性質と土壌微生物の活動が肥効増進剤の土壌における分解に影響し、これも肥効増進剤の効果を不安定にする重要な原因である。窒素肥料増効剤の效果に影響する因子が比較的多いので、その有効条件を明確にするにはさらに多くの研究を進める必要がある。

4 有機肥料の土壌窒素の供給状況に対する影響

(1) 有機肥料中の窒素の解放

有機肥料中の窒素は少量の速効態を呈するのを除き、大部分は微生物による分解を経るを要し、そこで始めて作物吸収に供される。したがって有機肥料の性質（種類と成分、窒素含量と炭素率、腐熟程度など）および微生物活動に影響する土壌条件など全て窒素の解放にとっても大きな影響がある。

水稻植木鉢試験で窒素含量の高い有機肥料はその窒素解放速度と解放率（解放窒素の全窒素に占める百分率）は全て比較的高い（図2・11・4の通りである）。その中でクサフジの窒素解放速度と解放率が最高、豚糞が次ぎ、稲わらが最低である。クサフジに稲わらを加えての窒素の解放速度と解放率はクサフジ単独施用に比較し明らかに低い。⁽²¹⁾稲わらは分解がおそく分解初期にまた大量の窒素を固定するので、生産実践中では稲わら還元田は

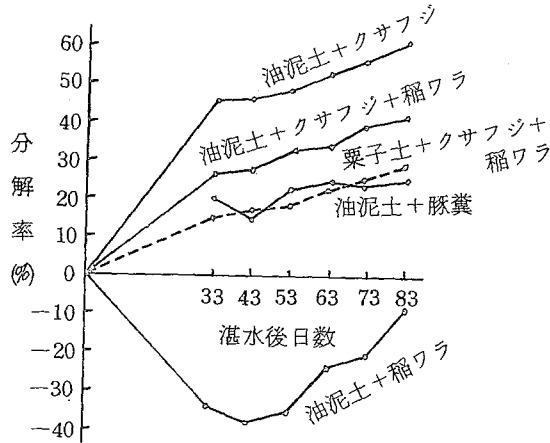


図 2.11.4 異なる有機肥料中のNの解放(単季晩稻植木鉢)(油泥土粘粒19.2%粟子土粘粒46.1%を含む。クサフジ豚糞と稲ワラ夫々N2.81、1.83と0.66%を含む。三種肥料施入量分別25.6、26.6と6.00%N/100gに相当する。土壤は江蘇丹陽から採取。)

常に石灰を配合施用してその分解を促進し、さらに前期の窒素肥料を増施し、窒素供給不足の影響を消滅させている。豆科緑肥と非豆科緑肥を混播鋤きこみ、あるいは豆科緑肥と茎稈、厩肥などと混合して堆肥をつくり、肥施用では窒素の解放過程が豆科緑肥を単用鋤きこみするのに比較し緩慢である(訳者注：漚肥は湛水条件における植物茎稈堆肥、湖南省の慣行)。緑肥が土壤中で分解する時は先づ水溶性物質、その後ヘミセルローズ、セルローズ、最後はリグニン様物質⁽⁴⁹⁾である。

試験によると土性が軽しような土壌における有機肥料の窒素解放は粘重土壌よりも早い⁽²¹⁾(図2・11・4)。しかし有機肥料の窒素解放はそれ自身の性質の影響を受け往々にして異なる土壌間の差異を超過することがある(表2・11・9)。⁽⁵⁰⁾異なる地区で水熱条件の差異により有機肥料の窒素解放とその効果も明らかに異なる。

例えば南方湛水水稻栽培条件で有機肥料の

効果は施用した今の作季に明瞭に出現する。

しかし、前記にくらべ、また無灌溉条件、あるいは早春低温年秋季鋤き込み緑肥は秋播小麦の成長期に常に十分腐熟して作用が発揮できないで後作の秋熟作物かあるいは次年の小麦生産ではじめて増産効果を示し、その残効は2～3年持続する。^(51～54)

有機肥料自身の性質および土壌と気候条件が異なるので有機肥料中の窒素のその作季における利用率の変異幅は相当大きい(表2・11・7)。一般に豆科緑肥のその作季における窒素利用率は最高、堆肥、漚肥と厩肥の窒素のその作季の利用率が比較的接近しているが、厩肥はその品質に差異があり変異幅が比較的大きい。

(2) 有機肥料の化学窒素肥料の窒素供給過程に対する影響

有機肥料と化学窒素肥料の配合施用の効果は多くの因子と関連がある。例えば有機肥料の土壌改良と肥培作用およびその中に含まれ

る多くの栄養元素などすべて化学窒素肥料の効果に対する促進作用がある。当然未熟の有機肥料の大量施用もその作季の作物生長に一定の不良影響をもたらす可能性がある。新鮮な若葉の豆科緑肥を鋤き込む以外、その他の各種有機肥料（稲わらを直接水田に還元することは含まない）は、窒素による解放が全て比較的緩慢である。したがって化学窒素肥料との配合施用は緩急を相殺し、互に補充することができる。有機肥料をエネルギー源としてやはり化学窒素肥料が土壌中の微生物同化固定と再無機化作用に強烈に影響するが、そのため化学窒素肥料の窒素供給過程にも影響する。表2・11・10は豚糞を施さないのと豚糞を元肥にするの2条件で分けつ期と節間伸長期に硫安を表層施用した時の窒素の供給状況である。分けつ期の追肥処理中で、豚糞を施用した時は硫安施用で増加した水稻の窒素吸収量と総窒素供給量は豚糞を施さないものに比較し低いが、9週目（9月1日）にやっと両者がやや接近する。而して増加した土壌のアモンニア態窒素は追肥後初期は無豚糞が高く、第3週（7月15日）以後に始めて反対になるが、これは豚糞を施肥したものは硫安の窒素利用率が無豚糞に近づき、（9月1日に夫々61.5と60.6%）しかし前者の窒素供給過程は後者に比較し、いささか平たん緩慢で豚糞を元肥にすると作物生長前期に追肥した硫安が一定の耐肥作用をすることを説明している。しかし節間伸長期には豚糞のエネルギー源としての作用がすでに顕著に低下し、微生物による無機態窒素の同化固定とその後の再無機化作用に対する作用が大いに弱まるので、そこで作物の生長が旺盛な時期に追肥した化学窒素肥料に対する耐肥作用はすでに明らかでなくなる。

異なる有機肥料はその組成と炭素率の相違により化学窒素肥料に対する耐肥作用が夫々異なる。表2・11・11のように有機肥料を施さないで追肥後約10日（7月16日）硫安施用

で増加した総供給窒素量はすでに最低点に達し、その後は明瞭な再無機化作用はない。これは土壌の耐肥作用がとても低いことを表明している。クサフジを元肥にすると炭素率が最小で分解しやすく、追肥後10日で総供給窒素量も最低点（窒素固定一再無機化作用の転折点）に達しているが、この後迅速に再無機化に転入し、追肥後50日の時、硫安で増加した総供給窒素量（9.05 mg N）で、有機肥料を施用しないもの（9.71 mg N）に接近している。したがってクサフジは硫安を使わない時の利用率を降下させず、かえって窒素を使用した折の供給過程を平坦緩慢にしている。稲わらの用量（乾燥重による）はクサフジと同じだが、転折点の時には二者の硫安で増加した供給窒素量もよく似ているが（5.55と5.12 mg N）、しかし転折点は追肥後30日とおそくなっているし、転折点以前の固定速度では、特に転折点以後の再無機化速度はクサフジを元肥とする時よりも著しく低く、また硫安を使った時の利用率は明らかに低く窒素供給も顕著に後期におくらされている（図2・11・4を参照）。明らかに稲わらの炭素率が大きく、分解が緩慢なことと関係がある。豚糞とクサフジは転折点で硫安を施用すると二者の増加した総供給窒素はとても接近する（5.71と5.55 mg N）。しかし豚糞は転折点に達する時間がクサフジよりも遅く、影響する時間がやや長く、硫安の利用率はクサフジより低いが稲わらを元肥にするよりも高い。上述を総合すると、土壌窒素の供給状況を調節するには必ず土壌の供給する窒素の特性と耐肥性、有機肥料の窒素解放過程およびその化学窒素肥料の窒素供給状況に対する影響などの因子にもとづき、さらに作物の肥料需要規律と結合して総合的に考慮し、敏活に運用しなければならない。

表 2.1.1.10 豚糞の窒素質化学肥料の窒素供給過程に対する影響 (21)
(単季晩稻植木鉢、 $\text{mg N}/100\text{g}$ 乾土)

基 肥	窒素肥料の施用時期	日/月										
		1/7	8/7	15/7	22/7	4/8	11/8	18/8	25/8	1/9	量	
不施豚糞 施豚糞 不施豚糞 施豚糞	分けつ期**	7.58	6.01	5.27	5.30	5.31	—	—	—	—	5.78	5.78
	分けつ期**	4.79	—	4.62	3.12	3.55	—	—	—	—	5.39	5.39
	節間伸長***						7.92	7.87	6.67	6.58		
	節間伸長***						6.05	8.84	7.77	7.63		
不施豚糞 施豚糞 不施豚糞 施豚糞	分 け つ 期	土 壤 $\text{NH}_4\text{—N}$										
	分 け つ 期	6.83	4.56	2.54	1.76	0.04	—	—	—	—	0.24	0.24
	分 け つ 期	4.59	—	3.14	2.73	1.39	—	—	—	—	—0.24	—0.24
	節 間 伸 長						1.74	0.27	—0.01	0.06		
不施豚糞 施豚糞 不施豚糞 施豚糞	節 間 伸 長	水 稻 吸 収 N 量										
	分 け つ 期	0.75	1.45	2.73	3.54	5.27	—	—	—	—	5.54	5.54
	分 け つ 期	0.20	—	1.48	0.39	2.16	—	—	—	—	5.63	5.63
	節 間 伸 長						6.18	7.60	6.68	6.52		
不施豚糞 施豚糞	節 間 伸 長						4.57	8.67	7.59	7.75		

* 化学N肥のN供給は差引法で求めた。即ち硫安施用での測定値を対照から差引き、不施豚糞の対照は不施肥処理、施豚糞の対照は豚糞単施とN肥を施用しないものを対照にした。硫安用量 $9.16\text{mg N}/100\text{g}$ 乾土。豚糞用量は $29.55\text{mg N}/100\text{g}$ 乾土。供試土壌は江寧小粉土。全N 0.113% 。

** 6月24日
*** 8月4日

表2.1 1.1 1 異なる有機肥料の窒素質化学肥料の窒素供給に対する影響（単季晩稻植木鉢）（21）
（総供給窒素量*、mg N/100g乾土）

基	肥	日/月	16/7	26/7	5/8	14/8	25/8
豚	糞		8.52	6.57	5.71	7.28	7.00
ク	サ	ジ	5.55	8.65	7.86	5.62	9.05
稻	草		6.82	6.31	5.12	6.56	6.27
不	施	有機肥	9.37	9.16	9.13	9.13	9.71

* 化学N肥の総供給N量差引法を用いて求めた。表2.1 1.1 0の注を見よ。供試土壌は江蘇丹陽の水稲土（油泥土）、有機質2.21%、粘粒19.2%。有機肥料の風乾物用量：豚糞16.0g、クサフジ10.0g、稻ワラ10.0g/植木鉢（1.2Kg土）、土壌と混合して元肥とした。7月6日に表施肥安15.42mg N/100g乾土。有機肥料含N量図2.1 1.4の説明を参照。

5. 窒素平衡

農業生産の発展にしたいが、各地の耕作制度がとて大きく変化した、年間作付倍率も益々高くなり、収量も顕著に増加し、窒素循環も大いに強化した。新しい形勢の下で窒素平衡を保持するには必ずしも土壌に施用する窒素を増加し、できるだけ窒素の損失を減少させるべきである。

解放以前は我国には基本上窒素肥料工業がなく、したがって化学窒素肥料は農業窒素循環と平衡中に占める比例はきわめて小さかった。解放後我国の窒素肥料工業はとて大きく発展したし、化学窒素肥料は農業生産中において重要な作用を発揮し、今後は窒素肥料の生産量が一層増加するにしたいが、化学窒素肥料の土壌窒素平衡中における作用は日を追って重要となる。

我国農業の窒素循環と平衡中で有機肥料は十分に重要な地位を占めている。人畜糞の堆積製造、施用と各種茎秆の直接あるいは間接の圃場還元は収かく物中の窒素の十分な利用に対し重要な意義がある。例えば一頭の豚を8ヵ月飼養するとその排泄する糞尿の窒素は約17~20斤、堆積製造中の窒素保持率60%⁽⁵⁵⁾で計算すると、尙10~12斤の窒素がある。これから推算すると一億頭の豚の供給する窒素は10~12億斤に達し、約250~300万トン硫安の窒素含量に相当する。もし1,000億斤の各種作物葉秆が直接あるいは間接に耕地に施用すれば、葉秆の平均窒素含量が0.4~0.5%で計算すると、これの供給する窒素は4~5億斤に達し、約100~125万トン硫安の窒素含量に相当する。葉秆でメタンをつくれれば大量の生活用柴草を節約できるし、またその中に含まれる窒素をメタン肥料(沼気肥)として耕地に施用すれば循環に参与する窒素が増加する。⁽⁵⁶⁾

“生物窒素”特に共生窒素固定は窒素循環数量を増す重要な来源である。もし我国が毎年1億畝耕地に一季豆科緑肥を栽培すると毎

畝当り生草2000~4000斤を生産し、平均窒素0.45%含むとして計算し、毎畝窒素9~18斤を集積し、1億畝は9~18億斤を集積するし、約225~450万トンの硫安に相当する。これらの窒素は大ざっぱであるが、豆科緑肥が空気中から固定した窒素量と計算できる。なぜならば根系がやはり一部の窒素を集積しているから、その数量は大体豆科緑肥が土壌中から吸収した窒素に相当している。したがって豆科緑肥栽培を極力拡大し、さらにその生長を促進することは重大な意義がある。我国農民は昔から「小肥で大肥を養え」「小肥養大肥」の豊富な経験があるし、解放以来、また「リン酸で窒素を増加する」「以磷增氣」の施肥技術を普及した。豆科植物にリン酸肥料を施すとリン酸肥料の効果が良く発揮されるだけでなく、さらに生物の窒素固定作用を促進し、窒素循環と平衡に積極的に作用する。

江西の大面积試験の統計では過リン酸石灰1斤ごとにレンゲ生草平均95斤を増収、リン酸苦土石灰1斤ごとに73斤増収した。⁽⁵⁷⁾この計算では過リン酸石灰 P_2O_5 1斤ごとにN1.8斤以上増加する。雲南の試験は1.5~1.8斤である。⁽⁵⁸⁾「リン酸で窒素を増加する」は北方の畑作地区でも重要な意義をもち、陝西、新疆の試験で過リン酸石灰1斤ごとにクサフジ(毛葉苕子)生草104~119、苜蓿乾草10~12斤増収できた。⁽⁵⁹⁾

水田で浮草を養うのは水田の緑肥と農作物が土地争いをする矛盾を解決し、生物窒素を増加する重要な方途である。緑浮草はその共生する藍藻が固定する空中窒素を通して、一般に窒素含量は約3~4%(乾重計算)である。^(60,61)水稻の一作生育期に倒れた浮草で土壌に加入した萍体重は2000~3000斤(生体重)で、新鮮浮草は窒素を約0.25%含み、計算上5~7.5斤Nに相当する。集積窒素量からみると一作の豆科緑肥に及ばないが、しかし緑浮草の繁殖が早く、さらに農作物と土地争いをしないので、水稻地区における窒素

循環中の作用は必ずしも豆科緑肥より小さくない。「リン酸で窒素を増加する」処置は緑浮草に対しても適している。

このほか水生緑肥のホテイソウ（水葫芦）、ミズザゼン（水浮蓮）、ツルノゲイトウ（水花生）は非豆科緑肥だが、しかし水中の養分を豊富に集める作用をもち、さらに繁殖が早く、収量も高く、水面 1 畝当たり生緑肥数万斤が収かくできて、提供する窒素は 70～100 斤に達し、⁽⁶²⁾ 流失した窒素を回収するのに有益である。肥水資源のある地方では肥水を積極的に開発利用するのも有益である。⁽⁶³⁾

参 考 文 献

- (1) 中国科学院農業豊産研究叢書編輯委員会編，1961。水稻豊産の土壤環境。科学出版社。
- (2) 臧惠林等，1965。江蘇省江寧県黄土丘陵地区の土壤性質，作物品質とリン酸肥料の肥効の関係，土壤学報，13：(4)。
- (3) 熊毅，席承藩等著，1965。華北平原土壤。科学出版社。
- (4) 張振楠，朱兆良，1962。我国南方の數種水稻土窒素の無機化と土壤の基本性質及び施用石灰との関係。（資料）
- (5) 浙江農科院中心實驗室速効窒素組，1975。土壤窒素肥力測定方法の研究（1972～1974）。（資料）
- (6) 広西農業科学研究所，1963。冬季緑肥の水稻に対する肥効試験。（資料）
- (7) 広州中南土壤研究室，中国科学院南京土壤研究所，1964。有機物質施用方法の研究。（資料）
- (8) 蘇州農業科学研究所，1963。窒素化学肥料の品種比較試験（水稻）。（資料）
- (9) 劉茂林等，1965。太湖地区黄泥土三要素肥料の定位試験。土壤学報，13：(4)。
- (10) 山東省農科院土壤肥料研究所，1963。山東省1958～1962年窒素，リン酸，カリ化学肥料試験初步総結。（資料）
- (11) 陳尚謹，祁明，朱如源，1964。北京地区高肥力石灰性土壤における有機無機肥料配合施用長期肥効試験（第一年）。（資料）
- (12) 中国科学院南京土壤研究所東亭任務組，1974～1975年資料。（資料）
- (13) 彭琳，占宗藩，1965。堦土の窒素状況と作物生長との関係及び其の改善方途。（資料）
- (14) 李鴻恩，楊運蓮，1965。夏耕晒垡の増産作用。土壤学報，13：(4)。
- (15) 沈梓培等，1959。水稻土の晒干処置の増産効果及び其の土壤性質との関係。土壤学報，7：(3-4)。
- (16) 郭文韜，1975。耕作改制と深鬆耕法に關して。黒竜江省黒河地区における土肥学習班の講議原稿。
- (17) 張精一等，1962。土壤軟硬度和烤田の土壤窒素供給状況に対する影響。（資料）
- (18) 朱兆良，1962。土壤窒素供給状況の研究 1。土壤学報，10：(1)。
- (19) 段秀泰，1963。恒温減圧通気法で土壤の加水分解性窒素を測定する。土壤，5期。
- (20) 朱兆良，汪祖強，徐銀華，1963。土壤窒素供給状況の研究Ⅱ，土壤学報，11：(2)。
- (21) 朱兆良等，1963～1964年土壤窒素供給状況の研究資料。（資料）

- (22) 劉芷宇等, 1965。江蘇練湖農場兩種主要土壤の供肥特点及び其の晩生稻生長に対する影響。土壤學報, 13 : (4)。
- (23) 趙振達, 徐銀華, 1964。太湖地区低湿土壤と水稻生長との関係。(資料)
- (24) 陳家坊, 蔣佩弦, 1963。數種水稻土のアンモニアイオンに対する吸着特性。土壤學報, 11 : (2)。
- (25) 劉芷宇, 朱兆良, 陳家坊, 1965。陳永康水稻高產經驗中の看土施肥原則の分析。科學通報, 7 期。
- (26) 石元春等, 1960。京郊土壤“口性”の初步研究。土壤通報, 2 期。
- (27) 霍克斌, 1963。經濟効益から窒素化学肥料の合理的施用を深く検討する。中国農業科學, 10 期。
- (28) 中国農科院土壤肥料研究所, 山東省德州土壤肥料研究所, 1975。化学肥料の經濟合理施用に関する幾つかの問題。(資料)
- (29) 中国農科院土壤肥料研究所, 1973。我國の化学肥料肥効試驗研究の概況。(資料)
- (30) 徐州農科所, 1974。重碳酸アンモニアの深層施用と灌漑の併用が小麦に対する増産効果について。土壤肥料, 2 期。
- (31) 中国科学院土壤研究所甘家山紅壤試驗場, 1958。紅壤未耕地の利用。科學出版社。
- (32) 遼寧農業科学院農業物理研究所, 1975。同位元素 N^{15} を利用して水稻に対し數種の窒素肥料の施用方法の比較研究。(資料)
- (33) 劉宗衡, 1964。耕地土壤の窒素集積を増加する処置。中国農報, 5 期。
- (34) 陳尙謹, 喬生輝, 1950。アンモニア肥料を石灰性土壤に施用した時のアンモニアの損失狀況及び其の理論について。中国農業研究, 1 : (1)。
- (35) 湖南省土壤肥料研究所 1973。化学肥料の利用率を高める施肥技術——深層施肥の研究。土肥と科學種田, 3 期。
- (36) 中国科学院南京土壤研究所長効肥組, 1974。重碳酸アンモニア粒狀肥料の肥効と機械造粒。土壤, 3 期。
- (37) 新疆農科院農科所土壤肥料研究室, 1975。窒素肥料効果增進剤の圍場試驗簡況。(資料)
- (38) 山東省土壤肥料研究所整理, 1975。增効剤が窒素肥料の肥効を高める初步試驗總結。(資料)
- (39) 四川農科院土壤肥料研究所化肥室整理, 1975。窒素肥料增効剤試驗小結。(資料)
- (40) 南京市農科所, 1975。窒素肥料の增効剤の水稻に用いた試驗總結。(資料)
- (41) 廣東農林学院土化系窒素肥料增効剤小組整理, 1972。1972年窒素肥料增効剤試驗總結。(資料)
- (42) 江蘇淮安農業局, 1973。水稻に窒素肥料增効剤を施用した試驗小結。(資料)
- (43) 廣東農科院土壤肥料研究所整理, 1974。窒素肥料增効剤の室外硝化抑制効果の測定。(資料)
- (44) 遼寧昭烏達盟農化所, 1974。アミドール基チオウレアの粟に対する効果增進試驗小結。(資料)
- (45) 江蘇吳興農科所, 1974~1975年小麦窒素肥料增効剤試驗小結。(資料)
- (46) 中国科学院南京土壤研究所窒素肥料增効剤組, 1975。窒素肥料增効剤に関する情況匯報。(資料)
- (47) 陳家坊等, 1974。水稻土の脱窒に影響する土壤条件。(資料)
- (48) 寧夏固原前進農場, 寧夏化工研究所, 1975。水稻旱直播幼苗旱長田に施用した窒素肥料增効剤試驗小結(一), (二)。(資料)
- (49) 徐景華, 羅盛槐, 1963。水田の緑肥分解と窒素転化總結。(資料)
- (50) 馮子政, 1962。因土施肥研究 1。(資料)
- (51) 于令康, 高洪芝, 1966。毛葉苕子緑肥の烟台地区における肥効試驗報告。土壤通報, 3 期。
- (52) 蘇盛發等, 1966。遼西阜新地区草木樨の増産効果。土壤通報, 2 期。
- (53) 湖北農科所土肥系, 1963。鄂北崗地夏期

- 緑肥試験研究初歩(1961~1962)。(資料)
- (54) 譚超夏, 陳裕盛, 黃少賢, 1958。麦畑で緑肥を圧する研究と利用。農業科学通訊, 4 期。
- (55) 中国農科院土壤肥料研究所主編, 1962。中国肥料概論。上海科技出版社。
- (56) 中国科学院南京地質古生物研究所, 中国科学院南京土壤研究所メタン組, 1975。メタン肥料。土壤, 4 期。
- (57) 趙人三, 湯健民, 1964。レンゲ草にリン酸肥料を施用する効果, 作用, 方法及其の主要条件に関して。土壤通報, 5 期。
- (58) 雲南農科所土肥系, 1963。未耕地苕子でリン酸で窒素を増加する試験初報。(資料)
- (59) 劉増祥, 1964。“リン酸で窒素を増加する”処置の初歩分析。土壤通報, 5 期。
- (60) 葉利水, 利卓^ス榮, 俞林火, 1963。満江紅の異なる品種の増殖速度及び其の窒素固定量の初歩測定。(資料)
- (61) 蔡道基, 邵杰傳, 程歴歴, 1962。水田緑肥——紅萍(満江紅)の養殖と利用の研究。土壤通報, 4 期。
- (62) 潘錫桂, 段秀泰, 楊運性, 1960。数種の水生緑肥の紹介。華東農業科学通報, 7 期。
- (63) 中国科学院西北水土保持と生物土壤研究所編著, 1973。肥水, 科学出版社。
- (64) 朱兆良, 蔡貴信, 俞金州, 1977。水田中に N^{15} をラベルした硫安の窒素平衡の研究初報。科学通報, 11 期。

海外農業開発 第 59 号 1980. 4. 15

発行人 社団法人 海外農業開発協会 岩田 喜雄 編集人 小林 一彦

〒107 東京都港区赤坂 8-10-32 アジア会館

TEL (03)478-3508

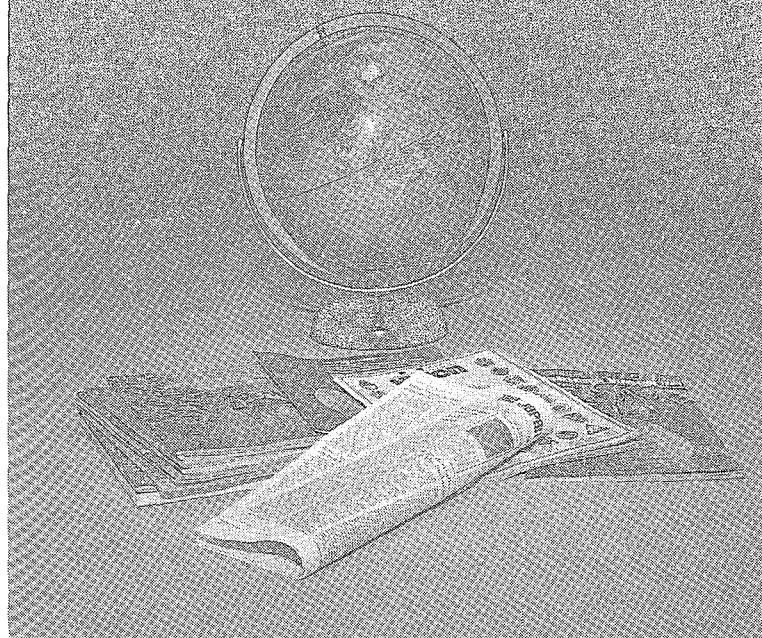
定価 500 円

年間購読料 6,000 円 送料共

(海外船便郵送の場合は 6,500 円)

印刷所 日本軽印刷工業㈱ (833)6971

世界の人々とともに考え、語り合っています——
明日のこと。世界のこと。



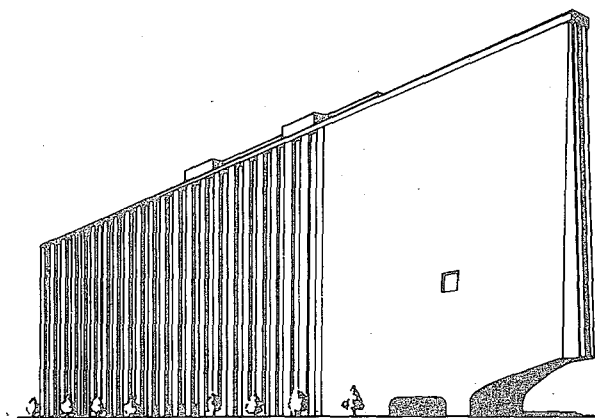
いま世界は、ひとつの転換期を迎えていると思います。経済の動きだけでなく、政治も文化も、一人一人の生活や意識も大きく変わりつつあるのではないのでしょうか……。

こんな時こそ、より多くの人々とともに語り合い、協力しあってより確かな明日への道を探す——伊藤忠商事では国内はもとより、海外においても、一人一人が相互の理解と信頼を深めるように努めています。

 伊藤忠商事

豊かな明日を考える興銀

最新の情報をもとにして、産業の発展、資源開発、公害のない都市づくりなど、より豊かな明日への実現に努力してゆきたいと考えています。



リッキー ワリコー **日本興業銀行**

〔本店〕東京都千代田区丸の内1-3-3 ☎03(214)1111

〔支店〕札幌・仙台・福島・東京・新宿・渋谷・横浜・静岡・名古屋・新潟・富山・京都・大阪・梅田・神戸・広島・高松・福岡

