

国際農林業協力

JAICAF

**Japan Association for
International Collaboration of
Agriculture and Forestry**

窒素肥料の有効活用による環境保全的イネ・コムギ作付体系
チリ国における農業用水の水利権に関する考察
中国ナタネ生産農家の現状
東南部アフリカにおけるネリカ稲栽培の現状

Vol. 28 (2005)
No. 3

社団法人
国際農林業協力・交流協会

巻頭言

| | | |
|-------|-----------|---|
| 援助と人口 | 石寺 隆義 ... | 1 |
|-------|-----------|---|

論 説

| | |
|---|----|
| 窒素肥料の有効活用による環境保全的イネ・コムギ作付体系 Yadvinder-SINGH・Bijay-SINGH・J.K. LADHA ... | 2 |
| チリ国における農業用水の水利権に関する考察 黒澤 純 ... | 14 |

解 説

| | |
|-----------------------------------|----|
| 中国ナタネ生産農家の現状 安達 武史 ... | 21 |
| 東南部アフリカにおけるネリカ稻栽培の現状 金田 忠吉 ... | 31 |

本誌既刊号のコンテンツ及び一部の号の記事全文（pdfファイル）をJAICAFウェブページ（<http://www.jaicaf.or.jp/>）上で、みることができます。



援 助 と 人 口

国際農林業協力・交流協会副会長
石 寺 隆 義

昨年 12 月に放映された TV のクイズ番組で出ていた問題で、米国のある州の高校では女子学生に占める妊娠している学生の割合が 50% を超えることとなってしまうのだが、その原因は何かを問うていた。ヒントは、ある方の演説が原因で、その高校があることを取りやめる決定をしたためというのだが、それは何のこととお考えだろうか。高校が決定したことは、生徒に対する避妊具の配布を取り止めたことであり、これを決定したのは、高校生は性交渉を持つべきではないということをお方がある公の席で主張したためであった。生徒に対する避妊具の配布は、高校生の性交渉を認めることであり、その行為自体がある方の主張するイデオロギーに反することとなるためだ。

この喜劇的な悲劇が何故生じたかをもう少し論ずれば、それはイデオロギーにおけるヒトのあり方と、自然人におけるヒトのあり方に食い違いがあったために生じたことと思うのである。高校生は未成年であり、未だ親のすねをかじって勉強しているのだから、たとえ結婚を前提としても性交渉は持つべきではないという主張は正論である。しかし、自然人としての高校生を見るなら、栄養豊かな今日では、生殖活動をできるようになったばかりの最も危険な年頃であり、たとえ頭では否定しても身体は動いてしまうという本能的行動が先行する動物なのであり、イデオロギーを離れて生物学的観点に立てば、対応の仕方を当然変えるべきではなかったかと思うのである。

世界人口が 60 億人を超え、もうこれ以上地球でヒトを養うことができない状況下における食糧援助についても、これと似たような喜劇的悲劇を生じさせている。

現在飢餓人口は、8 億人に達しているとされており、人道的観点に立てば、これらに人々に対する援助は行われてしかるべきである。しかし、生物学的観点からヒトを見る限りでは、援助によって食糧が与えられれば、被援助国の人口は増えているはずである。ヒトといえども、動物の範疇に入るのだから、自然界の摂理に従っている。生ごみをカラスが食べることができればカラスは卵を沢山産むようになり、サルやシカにえさを与えれば、サルやシカの数が増えるのと同様である。つまり食糧援助を継続的にやっている限り、被援助国の人口は増え続け、被援助国の経済状態が改善されない限り、常に一定数の飢餓人口が発生することになる。

これを解決するには、人口増加を抑える政策が不可欠と思われるが、中国のような一人っ子政策が実行されれば極めて効果的だが、こうした人口抑制策が成功し話は中国以外には聞いたことが無い。人口抑制策が取られにくい背景には、被援助国のほとんどが紛争発生地域であること、キリスト教やイスラム教は産児制限に反対していること、被援助国において若年労働力は稼ぎ手としてカウントできること、女性の地位が低いこと等によるものである。先進国においても過去にはそうした道を歩んだのだから、途上国が先進国並みの生活水準に達するまではやむを得ないとの見方もあるが、今日先進国、途上国の格差は拡大する方向にあり、とても途上国の発展を待ってはられない状態である。

地球の環境破壊は、その根本原因が過剰人口とこれを支える経済システムにあると思われるが、破壊防止のために経済の活動を規制する方向に政策が向いても、過剰人口を解決しようという方向に向かわない。これでは人類破滅は必定のように思われるのだが、解決策はないのだろうか。

窒素肥料の有効活用による 環境保全的イネ・コムギ作付体系

Yadvinder-SINGH⁽¹⁾, Bijay-SINGH⁽¹⁾ and J.K. LADHA⁽²⁾

要 約

南アジアでは人口増加に伴う食糧増産のために、稲・小麦体系で使用する窒素肥料が近い将来2倍ないし3倍に増加すると予想されている。現在の作付体系で広く使われている窒素肥料の全面施用が換わらない限り、窒素肥料の有効利用（NUE）における改善は期待できない。このように無機窒素施肥を際限なく続けることは将来環境保護の視点からいずれば自然から報いを被ることになると予想される。イネ・コムギ体系における窒素肥料の有効利用 NUE 技術としては、作物が肥料を必要とする時期に適量を適切な施肥法により施用すること、環境負荷の少ない製剤を使用すること、窒素肥料を施用する時期に合わせた灌漑管理を行うこと等がある。NUE プログラム実施の際の根本的な制約は、窒素肥料の施用時期と作物による窒素の利用時期に関する誤った認識と適期施用に必要な技術が欠けていることである。NUE のための窒素管理技術として、イネ・ムギに対する施肥と作物による肥料成分の吸収を同調させる方法が最近明らかにされた。クロロフィル計と葉色チャートを用いて作物による窒素肥料の必要時期を判定する技術は、過剰な窒素施肥を回避しな

がら、収穫量を確保するために必要な技術として、特にイネでは期待できるものとなった。この方法に基づく窒素肥料の施肥管理により、窒素が原因となる環境に対する悪影響が軽減されることになる。南アジアにおける稲・小麦体系で、資源保護と共存できる NUE 技術のさらなる高度化を目指す開発研究が進められている。

はじめに

イネ・コムギという栽培体系は南アジアのインド・ガンジス河流域では約 1,300 万 ha を占めている。イネ・ムギの耕作に当って最も大きな投入は窒素肥料であるが、窒素肥料が比較的安価であり、また、その投下が収穫量の増加に与える効果が顕著であるために、投下量は年々増加の一途をたどってきた。イネとムギは他作物に比べて増収に対するポテンシャルが大きく、また、施肥の効果も大きい。現在インドにおける窒素肥料の投下量は 10.45 百万 t で、その 70% はイネとムギに使われている。2025 年までに灌漑水田での ha 当たり収量 8 トンという目標を達成するためには、施肥窒素の利用率 33%（Cassman 及び Pingali 1995）とすると ha 当たり 280kg の窒素を施用する必要がある。窒素の利用効率を 50% に上げれば ha 当たりの施用窒素量は 280kg から 187kg に減るが、それでも 63% の収量増に対して窒素施用量は必要量の 200% である

Yadvinder-SINGH, Bijay-SINGH and J.K. LADHA: Enhancing Nitrogen Use Efficiency for Sustainable Rice-Wheat Production System in the Indo-Gangetic Plains

(Cassman 及び Pingali 1995). Wood ら (Wood ら 2004) は、2050 年には 9 億 3,000 万人の食料需要を満たすために 50～70% の増産が必要であるとしている。このことは窒素肥料も 50～70% 増やす必要があることを示している。しかし、NUE によれば肥料の投下量を増やすと相対的に利用可能な比率が低下するので、実際に必要な肥料の量は 2 倍になる可能性がある。

NUE による推定では、1966 年のデータでは ha 当り 15kg のコムギを生産するために同じ量の窒素が必要となる。1992 年には 66 年度と同じ窒素施用量でコムギの生産量は僅か 5 kg となった。その間同一窒素投下量でのイネ生産量は 60kg から 10kg に落ちている (Hobbs 及び Morris 1996)。一般的に施用窒素の 50% 以上が作物に吸収されていないわけで、また、経済的にも環境的にも生産費を押し上げる原因となっている。多くの圃場で施用した窒素の 60% が溶出、土壌の流亡、あるいは土壌侵食とともに失われ、また、窒素施用と作物による利用時期のズレに伴ってアンモニア態での揮散や脱窒現象によっても消失する。¹⁵N を使用した多くの試験で、施肥窒素の 20～50% が利用されないままに消失し、しかも未利用割合はイネよりもムギで大きい (Ladha ら 2005)。禾穀類の NUE は先進国では 42%、発展途上国では 29% である (Raun 及び Johnson 1999)。灌漑田における窒素の利用効率は 30～40% であると推定されている。窒素の施肥管理により利用効率を 40% 以上にすることが期待されている。北インドにおけるイネ-コムギ二毛作体系では一作目のコムギによる窒素利用率は 30～41% で、コムギの収穫後土壌に残留する窒素は 19～26% であった。二作目のイネにより、施用した ha 当り 120kg の窒

素の 5.2% が回収された (Bijay-Singh ら 2001)。Goswami ら (1988) はイネでは施用窒素の 35.4% が、次いでコムギで 4.1% が回収されたことを報告している。

作物による窒素の利用率は土壌、作物の種類、気象、作物の管理方法により違ってくる。窒素施肥と作物による利用時期に大きなズレがあった場合、溶出、土壌流亡、作物 土壌生態系からの窒素の揮散等が大きくなって NUE が低くなる。作物の増産に関して環境に与えるインパクトを減らし、しかも農業経営からみて魅力のある窒素管理技術を提示することが重要である。この 21 世紀にはイネとコムギにおける窒素肥料の NUE を強化し、環境汚染を減らすための行動計画が一層重要になっている。

イネとコムギ生産における NUE の改善

窒素肥料を適切な時期に適正量を必要な場所に施用する技術により、作物は健全に育ち、病害虫の発生が少なくなるが、このことは IPM と軌を一にするものである。NUE を増やすための戦略は単純なものではない。研究者は窒素施用量の適正化、深耕施肥、作物が必要とする時期における施用、バランスのとれた施肥技術、脱窒防止剤を含む徐放性肥料の利用などについて研究を行ってきた。作物の生育段階のうち作物が窒素を最も必要とする時期における窒素の利用率を高められれば、NUE は大いに改善されることになる。コムギでは、分けつ時の施肥量を少なくし、その後の生育期には多くするという施肥管理法を採用すれば実現可能となる。コメでは窒素 1 kg 当りのモミ量は 21.6kg、コムギでは同 18.6kg が窒素の高利用率と考えられる (Ladha ら 2005)。もし窒素肥料が適期に適正量が施用さ

れた場合には、作物による利用率を 50～70% にすることも不可能ではない (Peng 及び Cassman 1998; Wang ら 2001)。NUE の向上により施肥コスト、窒素のロス削減し、作物の収量を増やすことができる。

NUE は 吸収効率 (uptake efficiency, 根の能力がパラメータとなる)、 転移効率 (incorporation efficiency, 植物体の能力がパラメータとなる)、 利用効率 (utilization efficiency, 根と植物体の能力がパラメータとなる) によっている。植物体における NUE による窒素収支は、土壌による適正量の窒素供給と植物体による窒素の吸収力、根と植物体内における転流の函数である。イネとコムギにおける利用窒素の効率化は、窒素吸収を最大にし、ロスを最小にし、土壌の保持する窒素量の最適化など、肥料、土壌、水分、作物等の適切な管理によって改善できる。作物による窒素の利用効率化の決定方法には 2 つの視点があり、その 1 つは作物の生育期に施用した窒素肥料の利用効率を高めることと、二番目には後作による残留窒素の利用効率を高めて窒素のロスを減らすことである。

窒素肥料の施用適期

肥料の施用は作物が最も必要とする時期に実施されなければならない。窒素の需要と供給を一致させるためにはその時期を明らかにする必要がある。灌漑田におけるコムギによる窒素の吸収は非常に遅く、分けつ開始頃から始まるが、さらに窒素のフラックス (kgN/ha/day) は分けつ期に最大となる (Doerge ら 1991)。一方、灌漑中の水田の場合には作物の窒素に対する要求と同時に、その水田に固有の灌漑計画も配慮しなければならない。作物の窒素に対する必要性が高い時に施肥をすることによ

り土壌 - 作物の系から失われる窒素量が少なくなり、NUE の目的に沿ったものになる。

窒素の施肥について、播種時に半量を、残りの半量を発根時 (灌漑を始める時) に施用する方法は、コムギの収量増大と作物による窒素吸収を最大にするために有効な方法であり、広大なガンジス河流域でのコムギ栽培にふさわしい方法として推奨できる (Meelu ら 1987)。一回目の窒素施用を播種前の灌漑時に行うと、播種時に施用するよりもコムギの収量が明らかに増大した (Sidhu ら 1994)。播種前の灌漑時に施用された窒素は灌漑水とともに地中深くまで移行するので、アンモニア態として失われる割合が低いものと推定される。

水稻に対する施肥を移植時、分けつ開始時及び穂孕みに均等に三分割して施用する方法は、窒素源や土壌の種類に関係なく、収量の増加に結びついている (Meelu ら 1987)。Bijay-Singh ら (1986) は、これまでイネを栽培してこなかった水田における試験で、穂や小穂の数はイネの移植後 70 日以内に決まることがわかっているため、この間に施用された窒素を最大限に有効活用させることが収量を最大にするキーとなることを報告している。

窒素肥料の施肥位置

一般に行われている耕地全面の表面に窒素肥料を施用する方法はアンモニア態窒素の揮散と流亡による窒素の消失をもたらす (Mohanty ら 1999)。対照的に、尿素を土壌と混和して、なるべく早く深い位置に施用すると窒素のロスが減り、NUE の改善に結びつく。施用すべき深さは土壌の性質により異なるものの、多くの場合、深さ 5～10cm 程度である。砂土の場合に¹⁵N で標識した肥料を用いた試

験で、灌漑前に尿素を施用した場合、窒素の消失を 42 ~ 15 % 改善することができた (Katyalら 1987)。従って、アンモニアによる揮散が問題となる圃場では、施肥位置を深くすることによりアンモニアの揮散を抑制し、作物による窒素の利用率を高めるための技術として有用である。窒素の半量をコムギの植え穴に施用することは全面表面施用よりもよい方法である (Khanna 及び Chaudhary 1979; Sarkarら 1991)。

窒 素 源

尿素は南アジアでイネとコムギの窒素肥料として最も広く使われている肥料である。コムギの収穫量は窒素源としてどのような肥料を使った場合でも同じである (Yadvinder-Singhら 1990)。しかしながら、生育の初期には尿素のようなアンモニアベースの窒素肥料を施肥した方がよく、灌漑水田における水稻栽培では、硝酸態窒素は窒素の流亡を増加させる。コムギの場合、硝酸アンモニウムカルシウム (CAN) が石灰質土壌では有効であり (Gupta 及び Narula 1973)、アルカリ土壌でも同様である (Thindら 1984; Prasadら 1992)。水稻では CAN のような硝酸態窒素を含む肥料は、硝酸態窒素が脱窒現象により、また、湛水条件下では流亡により失われるからである。

改良された各種の窒素源からなる肥料が南アジアで試験されている。土壌と気象の条件にもよるが、尿素スーパー粒剤 (USG) を 1 回深い場所に施肥したときに、窒素として同量の粒状尿素を 2 回に分けて分施した場合よりもコメの収量が 15 ~ 20 % 増加した (Yadvinder-Singh 及び Bijay-Singh 2001)。しかしながら Bijay-Singh 及び Katyal (1987) 及び Katyalら (1985) が行った 2 つの試験では、

USG を還元状態の稠密でない土壌に用いた場合には、収量増加にはまったく貢献していないことが明らかにされている。Katyalら (1985) によれば、標識窒素を用いた試験で USG の利用率は 9 % であったが、粒状尿素では 27 % であった。非常に孔隙の多い土壌に湛水条件下で栽培されたイネによる USG の利用率が低い原因は窒素の流亡によるものである。孔隙率の大きい土壌では窒素は土壌のウレアーゼによる加水分解前に流亡によって失われる。

徐放性の窒素肥料の利用は、窒素の消失を減らし、NUE の改善につながる。ポリマーで被覆した尿素肥料は日本の水田で広く使われている (Soji 及び Kanno 1995)。徐放性窒素肥料の利用は、作物の窒素に対する要求を十分満たし、一方では生育期を通して土壌中の窒素濃度を低めに保つ効果がある。現在普通に使われている窒素肥料の分施肥と違って窒素の施用は 1 回のみ行うので労働力と施肥のためのコストは低く抑えられる。徐放性の尿素肥料と硫黄を施用する試験がガンジス河流域の水田で繰り返し行われた (Bijay-Singh 及び Yadvinder-Singh 2003)。この施用方法はいろいろな土壌条件において、粒状尿素の施用に比べて良い点が多かったが、硫黄が極端に高価であったのでコメの収量に比較してコストがかかり過ぎ、低コスト化にはならなかった。

尿素の加水分解を抑制する物質が幾つか知られており、従ってこの物質は圃場からのアンモニア揮散を抑制することができる (Yadvinder-Singh 及び Bijay-Singh 2001)。そのような物質としてフェニルフォスフォロジアミデート (PPD)、N-ノルマルブチル-チオ燐酸トリアミド (CHPT)、シクロヘキシル燐酸トリアミド (CHPT) などが知られている。

これらアンモニア窒素から硝酸態窒素への反応を抑制する硝酸化成抑制剤は、NUE を増加させ、作物収量を増大させるとする報告がある (Prasad 及び Power 1995)。イネ・コムギ体系では、ジシアンジアミド(DCD)とカルシウムカーバイドで被覆した尿素は流亡と脱室による窒素の消失を抑え、NUE における窒素の回収率が増加する (Banerjee ら 1990; Singh 及び Prasad 1992)。地方的に発達してきたニームで被覆した尿素は、インド各地で行われた試験でコムギで 4 ~ 12% の、イネで 10 ~ 20% の増収をもたらした (Agrawal ら 1980)。ニーム (*Azadirachta indica*) ケーキあるいはオイルのようなローカルの物質を探索し、硝酸化を抑制することで NUE が改善される。

窒素のリアルタイム管理

作物の収量を最大にする NUE の改善には作物の窒素要求に基づいて窒素を供与することが切り札となる。しかし総合的なリアルタイム管理は定期的な作物中の窒素のモニタリングを基礎データとしているので、作物の窒素不足状況が現れるまで窒素肥料の施用は遅れることになる。土壌の窒素供給量を計算したり、前作の施肥量を求めたりすることは必要ないが、窒素のリアルタイム管理とは、窒素を作物が必要とする時に迅速に施肥ができるように決定するための手段が必要となる。クロロフィル計 (SPAD-502, Minolta, Ramsey, NJ) あるいは SPAD (soil plant analysis development) 計は、葉色に基づいて窒素の状況を示すので窒素の必要程度を知ることが可能となる。IRRI とアジアの数ヶ国との共同研究で開発された葉色チャート (IRRI 1996) を用いて葉色の比較で植物の窒素不足状態を判定(LCC法)することができる。LCC は緑色の

明度を変えた 6 種類のカラーチャートにより葉色の診断を行うために有用な手段である。リアルタイム窒素管理では最大の収穫を得るために、作物の全生育期間を通じて保つべき適切な色を明らかにする必要がある。最適な色 (限界 LCC 値) は品種や耕作法によって異なってくる。

北インドではコムギの後作として作られるイネでは SPAD として 37.5 が限界である (Bijay-Singh ら 2002)。品種が異なれば SPAD の閾値も異なってくると判断される (Balasubramanian ら 2000)。パントナガル (Pantnagar) とルディアナ (Ludhiana) で行った試験の結果では、SPAD の閾値として 37.5 を使った場合に収量を落とさずに窒素肥料を節約することができた (表 1)。インド・西ベンガルとバングラデシュのガンジス河下流域では SPAD の閾値 35 で十分であった (表 1)。実験の結果では、窒素を施用しない無処理区で ha 当り 3t の収量が得られる場合には、田植え後 2 週間後に開始される SPAD に基づく窒素管理によれば、元肥としての窒素施肥は不要であることが明らかになった (Balasubramanian ら 1999; Bijay-Singh ら 2002)。窒素のリアルタイム管理においては水稻への窒素施肥の適期を明らかにすることを基本にしている。北西インドにおける試験の結果では生育初期の元肥よりも、分けつ期から開花期に至る時期に窒素の要求が高まることがわかった (Bijay-Singh ら 2002)。ゆえに現在推奨されている移植期、その 3 週間後及び 6 週間後の窒素施肥をする方法は改めなければならない。

LCC の緑色の濃淡を示す段階 4 は SPAD の 35 ~ 37 に相当するので、インド・ガンジス河流域で普及しているイネ品種ではこの値が閾

値であることが明らかにされた。葉色指数がこの閾値を下回るとはイネが窒素不足の状態にあることを示し、その場合収穫量の落ち込みを抑えるために至急窒素施肥を行わなければならない。インド・ガンジス川流域の水稲では窒素を基肥として全面に施用することが推奨され、農民は収穫のロスをなくすために窒素を基肥として施用するのが慣行であるため、LCC による窒素のリアルタイム管理試験では基肥施肥を行ったところと、基肥施肥をしていない圃場の双方で行われた。試験の結果は表 2 にまとめられている。Maiti ら (2004) は ha 当たり 100kg の窒素を予め決めておいた時期に 3 回に分けて施用したときに、収量減を起こすことなく LCC では ha 当たり 20 ~ 42.5kg の、SPAD では 25 ~ 47.5kg の窒素を節約することができたと報告している。SPAD あるいは LCC の測定に基づく窒素施肥は NUE を高め、予め決めておいた時期に窒素

を施用した場合より利益は大きい。インド (Barasubramanian ら 1998: Shukla ら 2004: Buresh ら 2005)、バングラデシュ (Alam ら 2004)、ネパール (Regmi 及び Ladha 2004) で実施された試験で、LCC に基づいて窒素を施用したいろいろなイネでは農家の慣行による施肥に比べて明らかに増収となった。北インドのパンジャブ州で行われた 107 件の圃場試験での収量は LCC に基づくリアルタイム窒素管理で収量の大幅な変動はなく、農家の慣行による窒素施用の場合と違いはなかった。しかし、農家の慣行による施肥に比べて、ha 当たり 40kg の施肥を削減することができた (Bijay-Singh ら 2003)。このデータは施肥窒素として有機物、生物源あるいは化学肥料のいずれを用いた場合にも LCC は窒素肥料の適正化に有効な手段である。この方法により窒素の過剰施肥を避け (Bijay-Singh ら 2002)、環境汚染を最小限にとどめることができる。

表 1 インドガンジス川流域における SPAD 法による窒素のリアルタイム管理技術を用いた施肥法と、予め決めた時期に窒素肥料を全面施用した場合の米の収穫量の比較

| 地 域 | 年次 | SPAD 法による窒素肥料の圃場全面窒素施用 | | | |
|----------------------|------|------------------------|-------------------|---------------------|-------------------|
| | | 窒素管理による施肥慣行による施肥 | | 慣行による施肥 | |
| | | ha 当り 収穫量(t /ha) | 窒素施用量 (kgN/ha) | ha 当り 収穫量(t /ha) | 窒素施用量 (kgN/ha) |
| | 1999 | 5.9** | 105 | 5.8 | 120 |
| Ludhiana-Punjab | 2000 | 8.4 | 100 | 8.1 | 120 |
| Pantnagar-Uttranchai | 2001 | 6.4 | 90 | 6.2 | 120 |
| Mohanpur-West | 2001 | 6.4 | 120 | 6.6 | 150 |
| Bengal | 2001 | 5.3 | 75 | 5.1 | 100 |
| Gazipur-Bangladesh* | 1997 | 4.5 | 60 | 4.3 | 90 |
| Comilla-Bangladesh* | 1997 | 5.0 | 60 | 5.3 | 90 |

*未発表データ : G.M. Panullah and Associates, Bangladesh Rice Research Institute, Gazipur, Bangladesh

**t 検定では SPAD による窒素管理を行った場合と全面施肥の間には年次、地域による差は認められない

イネと異なり、コムギの場合窒素施肥は灌漑と結びついている。通常播種前の耕耘時と出穂時の2回にわたり同量の窒素が施用され、後者は表面散布により施用される。しかし、多くの農家は分けつが盛んな灌漑時にも施肥を行っている。しかしながら、分けつ最盛期に施肥を行う基準は明らかになっていない。クロロフィルメーターにより、分けつ最盛期が最も窒素施用が必要なことを明らかにしてくれる。Bijay-Singhら(2002)は試験により、分けつ最盛期のSPAD値が44以下の時にha当り30kgの窒素施肥は収量と密接に関

連することを明らかにしている。分けつ最盛期のSPAD指数が42の時にha当り30kgの窒素施肥を行ったところ、20%の増収となった(図1)。Shuklaら(2004)はNUEについても農家の収入の面でもLCCに基づいて窒素を施用する方がカレンダーに従って施肥をする方法より利点があり(表2)、基肥として行う施肥窒素は作物の初期生育と収穫量には無関係で、初期生育には土壌が本来持っているha当り35~45kgの窒素で十分であることが明らかにした。

表2 コメにおけるインドガンジス川流域の各州において、葉色計(LCC)を用いたリアルタイム窒素管理と、農家の慣行技術である予め決めた時期に窒素肥料を全面施肥する施肥法との比較評価

| インドガンジス川流域平野の地域名 | 年次 | 試験回数 | 窒素管理のための | | 窒素肥料の圃場全面窒素施 | |
|------------------|------|------|-------------------|-------------------|-------------------|----------------------|
| | | | LCC(閾値シェード4) | | (農家の慣行方法) | |
| | | | ha当り 収穫量(t/ha) | 窒素施用量 (kgN/ha) | ha当り 収穫量(t/ha) | 窒素施用量(kgN/ha) |
| Punjab | 2000 | n=7 | 6.6 ± 1.43* | 86(75-105)** | 6.6 ± 1.32 | 120 |
| | | | 6.5 ± 1.39 | 93*** (50-125) | | |
| | 2001 | n=6 | 6.4 ± 1.67 | 80(60-120) | 6.6 ± 1.62 | 120 |
| Haryana | 2001 | n=4 | 6.8 ± 1.86 | 85*** (50-110) | 6.1 ± 0.94 | 150 |
| | | | 6.7 ± 1.20 | 71(60-90) | | |
| | 2002 | n=11 | 7.0 ± 0.94 | 91*** (80-110) | 6.6 ± 1.62 | 127**** (115-175) ** |
| Uttranchal | 2001 | n=1 | 6.0 ± 1.02 | 111(100-120) | 6.6 | 150 |
| | | | 5.9 ± 0.83 | 121*** (120-140) | | |
| Bihar | 2001 | n=4 | 5.7 | 90 | 4.3 ± 0.69 | 120 |
| | | | 6.4 | 120*** | | |
| | 2002 | n=6 | 4.0 ± 0.26 | 90 | 4.3 ± 0.80 | 120 |
| Wes Bengal | 2001 | n=1 | 4.2 ± 0.37 | 80*** | 5.1 | 100 |
| | | | 3.6 ± 0.80 | 90 | | |
| | | | 4.3 ± 0.84 | 90*** (80-110) | | |

*平均標準偏差

**窒素施用量の範囲

***LCCによって基礎施用量としての20~30kgのN量を含む

****農家の慣行施用量

育種を通じた NUE の増進

遺伝的に窒素利用率の高い高収穫品種は収量の増大、コストとリスクの削減、窒素の環境におけるマイナスの効果削減に有効である。穀類の品種改良は短秆で窒素利用率の高い系統選抜に焦点を当てて行われてきた。古来からある長秆のコムギ品種に比べて短秆品種は窒素に対する要求度が相対的に高くない (Singh 及び Arora, 2001; Ortiz-Monasterio, 2002)。いろいろな遺伝形質における NUE の違いは、特に窒素供給量が少ないときに開花期前に作物に吸収された窒素の利用効果の差から来るものである。このことは理論的にコムギの品種改良では窒素の吸収と利用率改善が遺伝的な諸形質とともに品種改良の目的となる (Ortiz-Monasterio ら 1997)。収穫量が多く、

秆の短いコムギでは窒素のロスが少なく NUE が増大する。イネにおいても NUE の大きな品種で収穫指数が大きくなっている (Bufogle ら 1997)。窒素の回収と窒素利用の効率化という視点から、遺伝的形質として高収穫指数を持つイネやコムギを用いる必要がある。収穫指数は NUE と密接にリンクしている。

資源保護技術と NUE

無耕起あるいは最小限度の耕起を行って直播を行う資源保護的技術が、平坦地あるいは傾斜地のイネ・コムギ体系において南アジアの農民に広がりつつある。例えば無耕起で水稻とムギを作付けたとき、栽培時に窒素肥料を耕土深く施用した場合、収量は確保されてかつ NUE は増加した (Ladha ら 2003)。

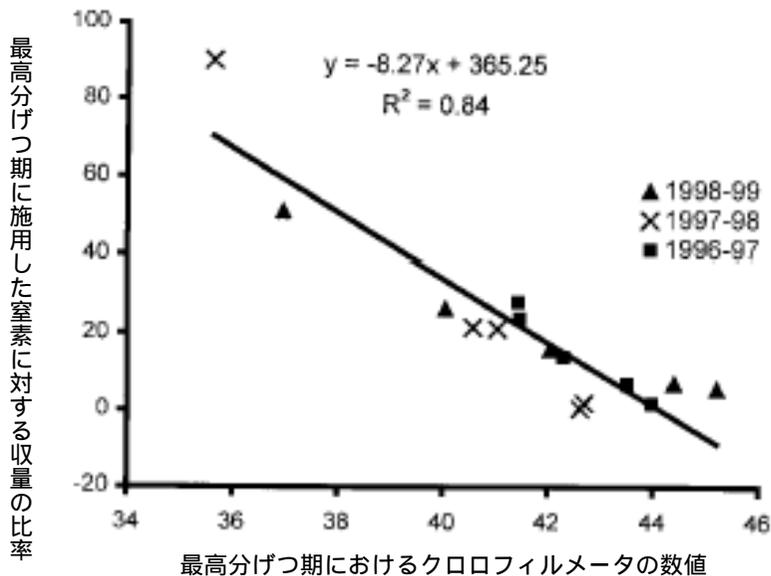


図1 窒素施用前の最高分けつ期における SPAD の値と最高分けつ期に ha 当たり 30kg の窒素を施用したときの穀粒の収量比インド Rudhiana における 1996 ~ 1999 年の 3 年間の試験 (原典: Bijay-Singh ら 2002)

南アジアでは小麦の収量は適切な時期に最小限の耕起状態で栽培した場合に一般的に増加するものである (Hobbs 及び Gupta 2003)。不耕起栽培のコムギで窒素を耕土の下に施肥することにより、窒素の利用率はかなり高まり、従って NUE は改善されると同時に環境及び経済的リスクも軽減される (Rao 及び Dao 1996)。このことは施肥窒素の管理に関する理念とその技術開発の基礎的知見となるもので、環境保全型農業と軌を一にするものである。窒素の分施と施肥を容易にすることを目的として、圃場管理のための機会を最大限に利用するために畝立てを行ってコムギを栽培する方法は、コムギによる窒素吸収の改善と NUE の改良のための基本的技術となる。

参考文献

- 1) Agrawal, S.R., Shankar, H., and Agrawal, M.M. 1980. Effect of slow-release nitrogen and nitrification inhibitors on rice-wheat sequence. *Indian Journal of Agronomy* 35: 337-340.
- 2) Alam, M.M., Ladha, J.K., Khan, S.R., Foyjunnessa, Harun-ur-Rashid, Khan, A.H., and Buresh, R. J. 2004. Leaf color chart for managing nitrogen fertilizer in lowland rice in Bangladesh. *Agronomy Journal* (In press).
- 3) Balasubramanian, V., Morales, A.C., Cruz, R.T., and Abdulrachman, S. 1999 On-farm adaptation of knowledge-intensive nitrogen management technologies for rice systems. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 53:93-101.
- 4) Balasubramanian, V., Morales, A.C., Cruz, R.T., Thiyagarajan, T.M., Nagarajan, R., Babu, M., Abdulrachman, S., and Hai, L.H. 2000 Adaptation of the chlorophyll meter (SPAD) technology for real-time N management in rice: a review. *International Rice Research Notes* 25(1): 4-8.
- 5) Balasubramanian, V., Morales, A. C., Cruz, R. T., and Abdulrachman, S. 1998. On-farm adaptation of knowledge-intensive N management technologies for rice systems. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 53, 59-69.
- 6) Banerjee, N.K., Mosier, A.R., Uppal, K.S. and Goswami, N.N. 1990. Use of encapsulated calcium carbide to reduce denitrification losses from urea fertilized flooded rice. *Proc. Int. Denitrification Workshop, Giessen, FRG, March 1989. Mitt. Deutsch Boden Des.* 60: 245-248.
- 7) Bijay-Singh, and Katyal, J.C. 1987. Relative efficacy of some new urea-based nitrogen fertilizers for growing wetland rice on a permeable alluvial soil. *Journal of Agricultural Sciences, Cambridge* 109: 27-31.
- 8) Bijay-Singh, Katyal, J.C., Malhotra, P.K., and Vlek, P.L.G. 1986. Path coefficient analysis of N nutrition on yield and yield components for rice in a highly percolating soil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 17: 853-867.
- 9) Bijay-Singh, Bronson, K.F., Yadvinder-Singh, Khera, T.S., and Pasuquin, E. 2001 Nitrogen-15 balance as affected by rice-straw management in a rice-wheat rotation in northwest India. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 59: 227-237.
- 10) Bijay-Singh, and Yadvinder-Singh 2003. Efficient nitrogen management in rice-wheat system in the Indo-Gangetic plains. pp. 99-114. In: *Nutrient management for sustainable rice-wheat cropping system*. Yadvinder-Singh, Bijay-Singh, V.K. Nayyar and Jagmohan

- Singh (Editors). National Agricultural Technology Project, Indian Council of Agricultural Research, New Delhi and Punjab Agricultural University, Ludhiana, India.
- 11) Bijay-Singh, Yadvinder-Singh, and Bains, J.S. 2003. Real-time nitrogen management using chlorophyll meter and leaf colour chart (LCC) in rice and wheat. pp. 115-124. In: *Nutrient management for sustainable rice-wheat cropping system*. Yadvinder-Singh,
 - 12) Bijay-Singh, V.K. Nayyar and Jagmohan Singh (Editors). National Agricultural Technology Project, Indian Council of Agricultural Research, New Delhi and Punjab Agricultural University, Ludhiana, India.
Bijay-Singh, Yadvinder-Singh, Ladha, J.K., Bronson, K.F., Balasubramanian, V., Jagdeep Singh, and Khind., C.S. 2002. Chlorophyll meter- leaf color chart-based nitrogen management for rice and wheat in northwestern India. *Agronomy Journal* 94: 821-829.
 - 13) Bufogle, A. Jr., Bollich, P.K., Kovar, J.L., Macchiavelli, R.E., and Lindau, C.W. 1997. Rice variety differences in dry matter and nitrogen accumulation as related to plant stature and maturity group. *Journal of Plant Nutrition* 20, 1203-1224.
 - 14) Buresh, R.J., Witt, C., Ramanathan, S., Mishra, B., Chanderasekaran, B., and Rajendran, R. 2005. Site-specific nutrient management: Managing N, P, and K for rice. *Fertiliser News* 50(3): 25-28 & 31-37.
 - 15) Cassman, K.G., and Pingali, P.L. 1995. Intensification of irrigated rice systems: learning from the past to meet future challenges. *GeoJournal* 35: 299-305
 - 16) Doerge, T.A., Roth, R.I., and Gardner, B.R. 1991. Nitrogen fertilizer management in Arizona. Tuscon, Arizona College of Agriculture, The University of Arizona.
 - 17) Goswami, N.N., Prasad, R., Sarkar, M.C., and Singh, S. 1988. Studies on the effect of greenmanuring in nitrogen economy in a rice-wheat rotation using ¹⁵N technique. *Journal of Agricultural Sciences* 111: 413-417.
 - 18) Gupta, M.B.S., and Narula, P.N. 1973. Fertilizer value of different nitrogen sources in calcareous soil and method to increase to increase their efficiency. *Journal of Indian Society of Soil Science* 21: 309-314.
 - 19) Hobbs, P. R., and Gupta, R. K. 2003. Resource-conserving technologies for wheat in the rice-wheat system. In: *Improving the Productivity and Sustainability of Rice-Wheat Systems: Issues and Impacts*. J. K. Ladha, J. E. Hill, J. M. Duxbury, R. K. Gupta, and R. J. Buresh (Editors), pp. 149-171. ASA Special Publication 65, Madison, Wis., USA.
 - 20) Hobbs, P. and Morris, M. 1996. Meeting South Asia's future food requirements from rice-wheat cropping systems: priority issues facing researchers in the post green revolution era. NRG Paper 96-01. Mexico, DF, CIMMYT.
 - 21) IRRI. 1996. Use of Leaf Color Chart (LCC) for N management in rice. Crop Resource Management Network Technology Brief No. 1. IRRI, Manila, Philippines.
 - 22) Katyal, J.C., Bijay-Singh, Vlek, P.L.G., and Craswell, E.T. 1985. Fate and efficiency of nitrogen fertilizers applied to wetland rice II. Punjab, India. *Fertilizer Research* 6:279-290

- 23) Katyal, J.C., Bijay-Singh, Vlek, P.L.G., and Buresh, R.J. 1987. Efficient nitrogen use as affected by urea application and irrigation sequence. *Soil Science Society of America Journal* 51: 366-370.
- 24) Khanna, S.S., and Chaudhary, M.L. 1979. Residual and cumulative effect of phosphatic fertilizers. In: *Phosphorus in Soils, Crops, and Fertilizers*. pp. 142-148. Bulletin No. 12, Indian Society of Soil Science, New Delhi, India.
- 25) Ladha, J.K., Gupta, R.K., Bhushan, L., Singh, S., Naresh, R.K., Sharma, P.K., and Bouman, B. 2003. Developing alternative tillage and crop establishment strategies for higher water and nutrient use efficiencies in rice-wheat system. In *ASA/CSSA/SSSA Annual Meetings*, Nov. 2-6, Denver, Colo., USA.
- 26) Ladha, J.K. Pathak, H., Krupnik, T.J., Six, J. and Kessel, C. van. 2005 Efficiency of fertilizer nitrogen in cereal production: retrospects and prospects. *Advances in Agronomy* (in press).
- 27) Maiti, D., Das, D.K., Karak, T., and Banerjee, M. 2004 Management of nitrogen through the use of leaf colour chart (LCC) and soil plant analysis development (SPAD) or chlorophyll meter in rice under irrigated ecosystem. *The Scientific World Journal* 4: 838-846.
- 28) Meelu, O.P., Saggarr, S., Maskina, M.S., and Rekhi, R.S. 1987. Time and source of nitrogen application in rice and wheat. *Journal of Agricultural Sciences, Cambridge* 109: 387-391.
- 29) Meelu O.P., Yadvinder-Singh and Bijay-Singh. 1990. Relative efficiency of ammonium chloride under different agro-climatic conditions -A review. *Fertiliser News* 35(4): 25-29.
- 30) Mohanty, S. K., Singh, U., Balasubramanian, V., and Jha, K. P. 1999 Nitrogen deep-placement technologies for productivity, profitability, and environmental quality of rainfed lowland rice systems. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 53, 43-57.
- 31) Ortiz-Monasterio, J.I. 2002 Nitrogen management in irrigated spring wheat. In: *Bread wheat improvement and Production*. B.C. Curtis, S. Rajaram and H. G. Macpherson (Editors). pp. 433-452. FAO of the United Nations, Rome.
- Ortiz-Monasterio, J.I.R., Sayre, K.D., Rajaram, S., and McMahon, M. 1997 Genetic progress in wheat yield and nitrogen use efficiency under four nitrogen rates. *Crop Science* 37(3): 898-904.
- 32) Peng, S., and Cassman, K.G. 1998 Upper thresholds of nitrogen uptake rates and associated nitrogen fertilizer efficiencies in irrigated rice. *Agronomy Journal* 90: 178-185.
- 33) Prasad, R., and Power, J. F. 1995. Nitrification inhibitors for agriculture, health and the environment. *Advances in Agronomy* 54: 233-281.
- 34) Prasad, R., Singh, S., Sharma, S.N. and
- 35) Prasad, M. 1992. Relative efficiency of N sources in wheat. *Fertiliser News* 37(6): 39-40.
- 36) Rao, S.C., and Deo, T.H. 1996 Nitrogen placement and tillage effects on dry matter and nitrogen accumulation and redistribution in winter wheat. *Agron. J.* 88(3), 365-371.
- 27) Raun, W. R., and Johnson, G. V. 1999 Improving nitrogen use efficiency for cereal

- production. *Agronomy Journal* 91: 357-363.
- 38) Regmi, A.P., and Ladha, J.K. 2004 Enhancing productivity of rice-wheat system through integrated crop management in Nepal. *Field Crops Research* (In review).
- 39) Sarkar, M.C., Banerjee, N.K., Rana, D.S., and Uppal, K.S. 1991 Field measurements of ammonia volatilization losses of nitrogen from urea applied to wheat. *Fertiliser News* 36(11): 25-28.
- 40) Shoji, S., and Kanno, H. 1995 Innovation of new agrotechnology using controlled release fertilizers for minimizing environmental deterioration. In: *Proceedings of Dahlia Gredinger Memorial International Workshop on Controlled/Slow Release Fertilizers*. Y. Hagin et al. (Editors). Haifa, Israel: Technion.
- 41) Shukla, A.K., Ladha, J.K., Singh, V.K., Dwivedi, B.S., Gupta, R.K., Sharma, S.K., Balasubramanian, V., Singh, Y., Padre, A.T., and Yadav, R.L. 2004 Calibrating the leaf color chart for N management in different genotypes of rice and wheat in a system perspective. *Agronomy Journal* 96: 1606-1621.
- 42) Sidhu, A.S., Sur, H.S., and Aggarwal, G.C. 1994. Effect of methods of urea application on yield of wheat, and nitrogen fertilizer and water use efficiency. *Journal of the Indian Society of Soil Science* 42: 10-14.
- 43) Singh, S. and Prasad, R. 1992. DCD for increasing fertilizer nitrogen efficiency in wheat. In: *Annual Report 1991-92*. 33 pp. Division of Agronomy, Indian Agricultural Research Institute, New Delhi, India.
- 44) Singh V.P., and Arora A. 2001 Intraspecific variation in nitrogen uptake and nitrogen utilization efficiency in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal of Agronomy and Crop Science* 186: 239-244.
- 45) Thind, H.S., Bhajan Singh and Gill, M.S. 1984 Relative efficiency of nitrogenous fertilizers for rice-wheat rotation. In: *Nitrogen in Soils, Crops and Fertilizers*. Bulletin of the Indian Society of Soil Science Vol. 13, pp. 181-184.
- 46) Wang, G.A., Dobermann, A., Witt, C., Sun, Q.Z., and Fu, R.X. 2001 Performance of site-specific nutrient management for irrigated rice in southeast China. *Agronomy Journal* 93: 869-878.
- 47) Wood, S., Henao, J., and Rosegrant, M. 2004 The role of nitrogen in sustaining food production and estimating future nitrogen fertilizer needs to meet food demand. In *Agriculture and the Nitrogen Cycle: Assessing the Impacts of Fertilizer Use on Food Production and the Environment* A.R. Mosier, J.K. Syers, and J.R. Freney, (Editors), pp. 245-260. SCOPE 65, Paris, France.
- 48) Yadvinder-Singh and Bijay-Singh 2001. Efficient management of primary nutrients in the rice-wheat system. *Journal of Crop Production* 4: 23-86.
- 49) Yadvinder-Singh, Meelu, O.P. and Bijay-Singh. 1990. Relative efficacy of calcium ammonium nitrate under different agro-climatic conditions - A review. *Fertiliser News* 35(4): 41-45.
- (¹)パンジャブ農業大学, (²)国際稲研究所)

チリ国における農業用水の水利権に関する考察

黒澤 純

はじめに

チリ国は、南米大陸の中にあって、東西をアンデス山脈と太平洋に挟まれた細長い国である。北部は亜熱帯に属しアタカマ砂漠が大半を占めているが、首都サンチアゴ市を含む中部から南部にかけて雨が次第に多くなり、最南端はツンドラ気候の多雨地域で南極海に面している。国土の面積は76万km²で、平均幅が170kmであるのに対し、南北に4300kmある。

この国の農業は、強い日射とアンデス山麓の傾斜を活かした果樹栽培を中心に行われ、その経営は、他の中南米と同様、一部の大資本と多数の小農によって担われている。これは、1818年の独立以降、1970年代初頭のアジェンデ社会主義政権を挟んで、それ以降の17年間にわたるピノチェト軍事政権を経て形成されたもので、経済的には、典型的な自由主義経済を長年続けている。

チリにおける水利権のあり方は、このような政治経済情勢の影響を受け、極めてユニークなものとなっている。その水利権は、水の利用権のみが認められる一般の国と異なり、他の商品と同様に市場で自由に取引される。この制度は、1981年に開始され、今日まで一

部の修正は行われたものの基本的な枠組みは変えられていない。こうした水利権制度は、他国では1995年にオーストラリアで採用され、現在では世界銀行や米州開発銀行等の支援の下、中南米を初めとする幾つかの途上国で検討が進められているが、チリでは農業関係者を中心に、本制度に関する批判も少なくない。

筆者は、この問題を検討するため2005年の3月から4月にかけて、チリ農業省及び公共事業省の水利権担当者、農業者、専門コンサルタント等から意見を聞いた（以下、有識者の意見という）。本論では、この結果を踏まえ、チリにおける今後の水利権の望ましいあり方及び他国に導入することの是非について考察する。

現行制度の状況

1. 現行法の目的及び内容

現在の水利権制度は、1981年に制定された水法(Codigo de Aguas)で定められたもので、その狙いは個人の所有権の強化にある。これは、当時のチリ経済界で主流をなしていた自由市場優先主義の一環として行われ、その理論的バックボーンは、フリードマンに代表される当時のシカゴ大学で主唱された新古典派経済学であると言われている。この学説は、マネタリズムや合理的期待形成仮説として、その後のレーガン大統領やサッチャー首相の

経済政策に反映されるもので、当時のチリの学者の多くが、いわゆるシカゴボーイズであった。

こうした影響を受け創設された水利権制度は、大きく分けて次の2つの目的を持っている。

この国にとって乏しい財である水資源は、市場における取引可能な財とすることによって、最も効率的に配分される。

市場における取引可能な財とすることによって、個人の施設建設に関するインセンティブが増加し、公共投資を減じることができる。

また、この目的を達成するための制度の特徴は、次の5点である。

水利権は土地の権利から独立しており、民法で認められた所有権に基づき、売買や自由な譲渡ができる。

水利権の取得には、水を直ちに利用することが条件とならず、利用方法による優先順位もない。

水利権は国によって許可されるが、同一水源に競争者がいる場合には入札によって落札者が決定される。

農業用水や水道用水のような消費者の権利に加えて、水力発電のような非消費者の権利も認められる。

紛争が発生した場合の国の役割は限定され、紛争は市場か裁判によって解決される。

2. 水利権を巡る状況

チリにおけるこれまでの水利用は、過去に実施された世界銀行の調査¹⁾によれば、表1の通りである。

表1 チリにおける水利用

| 水 利 用 | 水 量 |
|----------------|--------------------------------|
| 消費者 | 700m ³ /sec(100%) |
| 農業用水 | 623 " (89%) |
| 生活用水 | 42 " (6%) |
| 鉱工業用水 | 35 " (5%) |
| 非消費者(基本的に水力発電) | 1,500 m ³ /sec |
| 合 計 | 2,200 " |

1994年の統計

統計のとれている1994年現在、チリには30万人の個人水利権所有者と4千の共同水利権所有者があり、その内訳は、非消費者の権利が1500 m³/secと大きい。これは一時的に貯水する場合を除き、消費者の利用とは競合しない。消費者の中では89%を農業用水が占め突出しているが、近年の水利用の動きは、総体として農業用水から都市用水へ動いており、とりわけ水資源の乏しいチリ北部から中部にかけてこの傾向が著しい。この結果、2004年現在では利用水量の80~85%を農業用水が占めると言われている。

この水利権の移動を市場における売買及び貸借という観点からみると、有識者の意見及び世界銀行の分析からは、件数として後者が圧倒的に多いと考えられている。これは、法定化されず売買の対象とならない慣行水利権が多く残されているため、その主な理由は次の2つである。

水利権は無税であるが、法定化された水利権を持つと土地の評価が上がり、このため土地税が高くなることから、法定化を忌避する傾向がある。

法定化するためには様々な手続きが必要で、国からの補助はあるものの個人負担が避けられない。また、手続きには記載事項が多く、例えば相続の問題が絡む場合は簡単に法定化ができない。

この水利権の貸借の実態は、統計的には分析されていないが、主にチリ北部の農家間で頻繁に行われている。サンチアゴ市周辺では、水利組合への毎年の賦課金の支払いのため等に隣接する農家間で貸借が行われ、最北部の最も水の乏しいアリカ市やイキケ市では、貸借の傾向は更に強まり、水道会社が農家から井戸を借りて湧水に備える事例もみられる。貸借のための価格は、例えば、首都圏北方にあるリマリ川流域では、3ヵ月間のリース料金がリットル/秒当たり約90~120ドルであった。

一方、売買の実態は、これも統計的には分析されていないが、サンチアゴ市の事例を示すと表2の通りである¹⁾。

この表から、取引量の割合、額とも農家間での売買が圧倒的に多いが、これについて有識者の意見を聞くと、小農から大農への権利移転が多いということである。1件当たりの売買水量は8.9 /秒で、これはチリでの約4.5ha分の農地に相当する。また、その他は水道用水等への転用であり、いずれも農業用水が提供する側になっている。売買水量はサンチアゴ市全体（鉱山会社を除く）で22 /秒であり、これを全て水道水と仮定すると、約1万人分の需要量に相当する（チリでのひとり1日当たり必要水量は約200 ）。

3. 現行法の一般的評価

これまでの当国内での様々な検討、今回の有識者の意見等を勘案すると、チリの水利権制度に関する一般的評価は、観念的に次の3つに分類される。

市場メカニズムの効用を支持するエコノミスト的観点及び国家政策としての産業振興を支持する観点からの肯定的意見

国家政策としての小農対策（換言すれば弱者救済）を重視する観点からの否定的意見

現行法により現実に影響を受けている農業者及び周辺関係者の観点からの肯定的または否定的意見

これを、今回の有識者の意見等を基に、具体的に分析すると次の通りである。

1) 現行法に対する肯定的意見

市場を通して水の効率的な配分が行われる。とりわけ、農業用水から都市用水への水利権の移動が摩擦なく行われる。

市場での商取引により水の自由度が増すため、新たな施設の必要性が減じ、公共投資が抑制される。

農業者が水の価値に敏感になり、点滴灌漑等の節水型施設の導入が進む。この結果、乾燥地域の灌漑面積が拡大する。

表2 サンチアゴ市における水利権の売買

| | 農 家 間 | 農家と生活用水及び 下水処理会社 | 農家と鉱山会社 |
|----------------------|---------------------------|-------------------------|-----------------------|
| 取引件数（計587件） | 76件（13%） | 499件（85%） | 12件（2%） |
| 取引量の割合 （計720 /秒） | 677 /秒 （94%） | 22 /秒 （3%） | 7 /秒 （2%） |
| 取引価格 （計366,050ドル） | 677 /秒×500ドル 338,500ドル | 22 /秒×950ドル 20,900ドル | 7 /秒×950ドル 6,650ドル |

1992年の統計

小農が、所有する水利権を担保として銀行等金融機関から融資を受けることができる。

このような肯定的意見の大半は、市場メカニズムの活用から演繹されるものであるが、肯定論者にとってこの効果は大きな意味を持っている。世界銀行の調査報告書もこの見方に立っており、以下に述べる多くの問題点は認めつつ、全体として「チリのシステムは幾つかの修正すべき点を持ちながら、これまでかなり有効に働いている。今後の政策としては、ドラスチックな改善ではなく、穏やかな調整が必要」としている。

一方、今回の有識者の見解では、一部に肯定的意見はあるものの、相対的には否定的意見が多かった。これは、世界銀行の報告書が水の多面的利用という観点を重視してこの問題を捉えているのに対し、有識者が概ね農村振興という立場で考えていることに起因するものと思われる。

2) 現行法に対する否定的意見

市場メカニズムを通して、水が大企業や大農といった経済的強者に集中し、小農は結果的に一層貧しくなる。

水利権と土地の所有権が分離しているため、水利権のない農地が発生し、農業振興上の支障になる。

水質問題やレクリエーション用水のような市場メカニズムに乗り難い外部経済が発生し、周辺に害を及ぼす。

電力会社等大企業により当面使われない水利権の先行取得がなされ、水の有効利用が妨げられる。

有識者の中には、否定的意見がこれ以外にもあったが、水利権の個人所有を認めるとい

う観点についての意見は、概ね上記に集約される。

考察及び提言

1. 現行の水利権制度に関する考察

チリにおいてこの制度が 1981 年に成立した背景には、水が乏しいという自然条件や鉱工業の発展を期していたという社会条件に加え、当時のピノチェト政権が採用したシカゴ学派の経済理論が大きな影響を与えている。その趣旨は、中央集権的な配分機構がもたらす非効率性に替わるものとして、いわゆる民間活力を有効に活用し、市場メカニズムの持つメリットを最大限に活かそうとするものである。経済学上で言われる「チリモデル」は、実際の政策の上でこの思想を純粋に採り入れたものとして捉えられている。

この理論は、現在でも多くの経済学者に受け入れられ、世界銀行の報告書もこれを肯定しているように思われるが、宇沢弘文氏が述べているような経済学上の反論もある。すなわち、「新古典派の命題について指摘しなければならない問題点は、生産要素のマリアビリティ（可塑性）に関する前提条件である。生産要素がすべて、その時々々の市場的条件において、自由に、その用途を変えることができるという条件がおかれている。農業についていうと、(中略)農業の比較優位性が回復されたときには、これまで工業部門に投下されていた生産要素を、なんら費用をかけることなく、また時間的経過もともなうことなく、農業部門に転用することが可能であることをも意味する。この前提条件がみだされるような状況は現実にはありえないことは明白である。」²⁾ということであり、チリの状況を見ても我が国の実態を振り返っても、生産要素

としての農業用水や農地に関するこの指摘は正鵠を得ている。これ以外にも、市場メカニズムの限界として、独占の問題（水利権が市場で完全自由競争になっているか）、外部効果の問題（河川流量の減少に伴う水質悪化のような問題が市場で考慮されているか）、非排除性の問題（水の移動に伴う不可避受益がある場合、市場はそれを考慮できるか）等が従来から指摘されている。

このように、水利権を市場メカニズムに委ねることに關しては、経済学的にも大きな疑問が残されているが、チリの現実を見ると、そのような矛盾を抱えながらも今日まで制度の根幹は維持され、なお国家的課題となるまでには昇華されていないことも事実である。この事を踏まえ、本制度のチリにおける具体的な利害得失について、次に考察してみる。

1) 現行法に関する肯定的意見についての考察

チリの水利権制度の具体的な目標として最も重要なものは、農業用水から都市用水への水利権の移動が摩擦なく行われる、というものである。水利権に利用権しか認めない通常の国では、水利権を移動しようとする場合、権利を減らす側の理解を得ることは非常に難しい。例えば、農地面積が半分になったとしても、掛け流しの水利系統や農地での必要水位の確保等を勘案すれば、水利権を単純に半減できるものではないし、利用権しか持たない者には水を減らす事による経済的メリットもない。しかし、市場を通せば、より水を必要とする側が水利権を高く買うことによって、権利の移転がスムーズに行われる。チリでは、上述したように農業用水から都市用水への移転が、大きな抵抗なく実現している。このことから派生して、新しい水源開発が抑制され

たり、効率的な水資源の配分が行われていることも事実である。このような点は、本制度のメリットとして高く評価される。

しかし、この摩擦のない水利権の移動は、通常、農業用水から都市用水へ行われている点で、大きな問題を抱えている。これは、一般的に農業用水が水利用の大半を占めること、途上国では産業発展のため鉱工業振興を図ることが多いこと等を考えれば、チリのみならず、この方式を採用しようとする他国でも起こる可能性が高い。この際、問題は次の2点に集約される。ひとつには、水利権の移動が小農から大企業へ移っていることであり、これは、その年の収穫が少ない小農が生活上やむを得ず水利権を手放したり、一時のまとまった現金収入に誘惑される等の場合に起き易い。この結果、小農は農村での将来の生活設計がたたず、都市の流民と化しているケースもある。もうひとつは、更に深刻な問題であるが、農民が水利権を手放しても通常農地は所有しているため、その土地が生産農地として利用されず、本人はもとより、スプロール化により地域全体の農業構造を壊していることである。事実、チリの農業省では、これにより広域の農業開発計画がたてられず困惑しているケースがみられる。

この他、本制度のメリットとして、水の価値に対する意識が高まり節水型農業が促進される、水利権を担保として小農が融資を受けられる等が挙げられるが、これは、他の農業政策でも代替可能なものであると思われる。

2) 現行法に関する否定的意見についての考察

前章 3-2) に述べた否定的意見のうち、と については前項で考察した。に掲げた外部経済の問題は、チリでは次のような形で

典型的に現れている。すなわち、河川の流水全てに水利権が設定され、時として河川維持用水が殆どないため、渇水時の水質悪化が見られること及び河川生物が減少していることである。これを防ぐためには、河川毎に維持用水を設定することが必要であるが、このこと自体、水の公的管理を導入することになり、全てを民間に任す市場の原理を歪めるものとなる。しかし、現実には、チリでも公共事業省を中心にこの検討が進められており、ある程度の公的介入はやむを得ないと認識されつつある。また、上流で新たな水利権が設定され、河川水が流域外へ持ち出されたことにより下流の水量が減じ、観光に悪影響が及んだこともある。これは、観光用水にも非消費者としての水利権を与えることができれば、市場で内部化されるものと考えられる。

に掲げた水利権の先行取得による弊害は、チリでかなり目立った現象となっている。最も問題なのは、チリ南部の比較的水量の多い河川において、電力会社が将来の原油高を見込んで、水力発電のための水利権を過剰に確保しているケースである。自由な市場では豊かな資金力を持つ電力会社が多くの水利権を買い占めることが可能である。この結果として実際に必要とされる水の有効利用が妨げられている。電力会社に限らず、規模は小さいがこのような例が他にもみられる。これについては、現在、水利権取得後の一定年数の間に水を利用しない場合ペナルティーが与えられるよう制度改正がなされたが、今度はこれが逆に不必要な水の濫用に繋がらないか懸念される。

2. 提言

チリの水利権制度には、これまで見てきた

ような利害得失があり、他国への導入の可否は、その国の社会経済状況によって異なる。チリの場合、小農にとって水利権が財産の一部となり、農業用水から他産業への摩擦のない水利権の移動が行われる点はメリットとして、水利権の移動が農地の利用価値を低下させ国全体の農業振興の支障となる点はデメリットとして総括される。また、経済的強者への水利権の集中、河川水の減少に伴う環境問題、不必要な水の先行取得等の事態が一部で発生している。これは、農業用水というマリアビリティの少ない財を市場で他の財と同様に扱うことによる欠陥であると考えられる。

しかし、現在のチリの状況は、経済が概ね順調に推移し、社会体制も安定している。このような状況において、農民に大きな影響を与える本制度をドラスチックに改革することは適当ではないであろう。現行制度のメリットを活かし、デメリットを減じるという漸進的な改善手法を見いだすことが、現実的に望まれる手段である。この観点から、次の2点が提言される。

1つには、国全体の土地利用計画を定め、優良農地として確保すべき土地を未然に保全することである。農地の中には、他産業に利用する方が国家政策上望ましい地域もあり、このような所では、現在の制度は今後も有効に活用されるであろう。逆に、国として確保すべき優良農地は、現在の制度の埒外におくことにより、まとまった地域としての生産性向上が図られる。こうすることによって、農業と他産業の間のバランスのとれた発展が、摩擦のない水利権の移動を通して実現するものと考えられる。

2つめには、市場における自由な競争に、ある程度の公的介入を行うことである。水質

や景観悪化を防ぐ河川維持用水の設定，水利権の先行取得に対する一定の規制等であり，これは 2005 年の水法の一部改正で実現しつつあるが，この成果を見極め更に適切な改善が行われることが望ましい。

チリで始められた本制度は，今後，世界銀行や米州開発銀行の支援で他国へ広がる可能性もある。各国の状況にもよるが，農業用水の立場から言えば本制度の導入は，必ずしも望ましいとは思われない。他産業の振興の観点から採用するとしても，まず初めに国全体の土地利用計画を樹立し，優良農地を確保した上で，自由な市場の活用を図ることが求められる。

おわりに

本報は，筆者が国際協力機構の専門家としてチリの農業省に派遣されていた際，既

存資料の収集，関係者へのインタビュー等を基に，農業省に提言したものをまとめたものである。この調査に当たって，国際協力機構チリ事務所，チリ大学社会学部のカリン・バエザ氏，農業省国家灌漑委員会等の関係各位のご協力を頂き，心より感謝申し上げます。ここに記して謝意を表します。

引用・参考文献

- 1) The Market for Water Rights in Chile, Monica Rios Brehm Jorge Quiroz, The World Bank Washington D.C.
- 2) 宇沢 弘文:社会的共通資本,岩波新書 200年, 59 ページ

(近畿農政局土地改良技術事務所長)

中国ナタネ生産農家の現状

安 達 武 史

はじめに

中国のナタネ生産量は、約 1100 万トンで世界一の生産国であり、ナタネ油など食用植物油の消費量は年々増大し 1400 万トンでこれも世界一である。ナタネの主な生産地は長江流域で、中国の生産量の 85% を占めている。その殆どは秋播ナタネであるが、甘肅省、青海省など海拔の高い地域では一部春播ナタネがある。

中国のナタネは、カナダのキャノーラと比べエルシン酸（濃度が高いと人の心臓機能に障害を来すとされている）及びグルコシノレート（ナタネ搾り粕に含まれている家畜に有害とされる物質）の高いいわゆるダブルハイ品種が作付され、低品質ナタネが生産されている。中国農業生産においても安心・安全な農産物が消費者から求められ、重要作物の 1 つであるナタネにおいても、カナダ・キャノーラ並の品種改良が緊急の育種目標となり、交雑種及び固定種による優良品種が育成されるようになってきている。

この時期に併せて、日本に対して技術協力の要請があり、2000 年 7 月に中国湖北省菜種生産技術開発現地実証調査が当時の国際協力事業団の投融資案件による技術協力として開

始された。この協力の実施途中でプロジェクト方式技術協力に準じ、PDM（プロジェクト・デザイン・マトリックス）が作成されその当初の目標であった「湖北省においてダブルロー品種が 95% 普及される」がほぼ達成される見通しとなったことから、本技術協力は 2005 年 6 月には終了した。しかし、ナタネは加工して油にならなければ食品にならないものであって、他の農産物と大きな違いがある。そのためナタネは、生産から流通、加工、消費、種子生産など、関係民間団体等も含めナタネ産業全体の連携が必要な作物である。最近では、沿海部における外資系の製油企業による大豆油との競争も激化している。現在、中国では食用植物油の消費量が年々増えており国内のナタネを含めた油料作物生産量が不足しており海外から大量に大豆等の輸入を行っている。ほとんど輸入に頼っている日本は中国の動きから目が離せないのではなかろうか。

ここでは、生産にも多くの課題を抱えている中国湖北省ナタネ生産農家の実態と意向について技術協力プロジェクト活動を通じて調査した結果をもとに紹介することとしたい。

ナタネ生産農家の現状

本調査は、農家のナタネ栽培の実態と農家の意向を確認することを目的として実施したものである。そして技術協力期間内でその実

態なり意向がどのように変化するのか、また技術協力の成果をも確認するため、同一農家を対象にして2002年、2003年及び2004年の3回調査した。調査場所は湖北省のナタネ生産地の特徴ある5カ所、すなわち襄陽区は直播栽培地域、当陽市は江漢平原二毛作移植栽培地域、沙洋県は江漢平原二毛作移植栽培・不耕起育苗地域、潜江市は江漢平原低湿地移植栽培地域、武穴市は稲二期作・ナタネの三毛作地域・不耕起移植栽培地域を選定した。調査方法はアンケート方式により聞き取り調査で行った。調査農家数は各々30戸程度である。

1. ナタネ面積と生産量

1戸当り耕地面積は地域による開きが大きく、三毛作地帯の武穴市が3.8ムー（以下図表中の畝は、ムーの単位で1ムーは667平方メートルである）と最も少ないのに対し、江漢平原に位置する二毛作地帯の沙洋県は18.9ムーと約5倍の開きがある。調査農家、156戸の平均は約11ムーであった。ナタネ作付割合は平均72%で、潜江市、武穴市、当陽市が80%前後と高く、直播地帯の襄陽区が約50%で最も低い(図1参照)。ナタネは冬作の

重要作物となっており、2番目はコムギである。

1戸当りナタネ面積は全体で2000-01年6.1ムー、2004-05 12.6%増の7.7ムーであった。最も面積が増加したのは沙洋県で48%増の13.1ムーである。各地域とも年度別で若干の増減が見られるが、作付減は干ばつによる影響が大きい。なお襄陽区の2003-04年は前作の水稻の収穫が遅れたためナタネの播種適期が遅れたことにより面積が一時的に減少したものである。湖北省全体でもナタネ面積は増加している(図2参照)。

ナタネ生産量は対前年比で全体143%、最も高い沙洋県は180%と高い伸び率を示した。襄陽区は、面積減があったことからほぼ前年並みの生産量である。1ムー当り収量は2003-04年が各地域とも史上最高の収量となり、全体平均で180kg、武穴市及び沙洋県は210kgを越える高収量となった。対前年比では低湿地である潜江市が150%増と最大の伸びであったものの、単収は140kgと他地域より低かった。(図3、図4参照)

プロジェクトの収量目標であった1ムー200kgを一部地域で達成した。

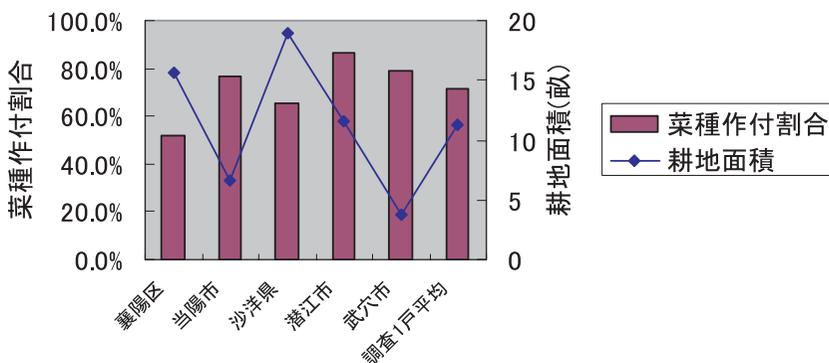


図1 一戸当たり耕地面積とナタネ作付割合

2. ナタネ販売

ナタネ販売については、販売量、自家向け量、販売金額、販売単価、販売先、販売時期について主として2003年及び04年の2カ年調査した。

ナタネ販売は通常自家用を除いて全量販売する。襄陽区は生産量のうち自家用が皆無で全量販売であり、武穴市の場合も殆どの農家は全量販売している。江漢平原に位置する当陽市、沙洋県、潜江市は調査農家全員が自家用を確保し、それ以外を販売している。販売量は各地域とも生産量に準じて増大傾向にあり、沙洋県の販売量は面積が多いことから最も多い。自家用数量は家族人数によって差が

あるものの江漢平原では1戸当たり平均110～160kgであった。(図5参照)

販売金額は2001-02年、2002-03年及び2003-04年の3年間の調査結果であるが、各地域とも年々増加している。特に沙洋県の2003-04年は2年前の約3倍、前年の約2倍と著しい伸び率を示した。これは、面積、単収、単価ともに高かったことによるものである。

販売単価については、対前年より全体平均で1kg当り2.2元から2.5元であった。なお、武穴市が2.6元と最も高いのは、調査農家の多くが鎮政府普及ステーションとの契約による種子生産販売を行っているためである。

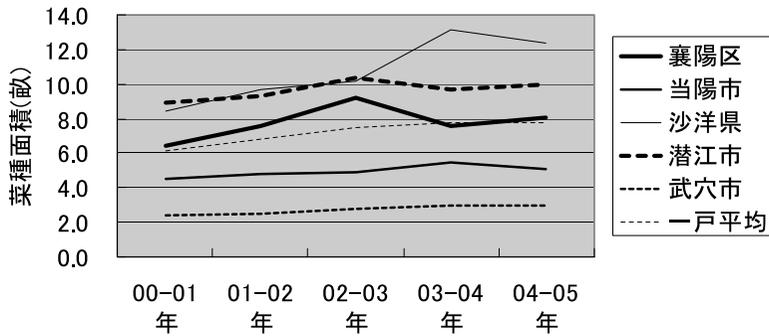


図2 年次別ナタネ面積の推移

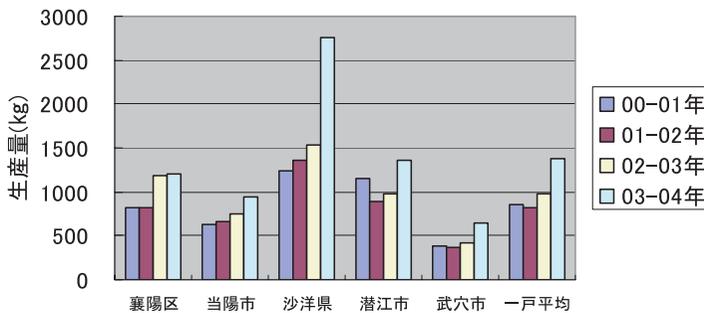


図3 年次別ナタネ生産量

販売先は、武穴市のみ契約栽培により普及ステーションに販売しているが、他の4地域は殆ど仲買人への販売である。調査地域は製油工場から離れていることから農家の直接販売は極一部だけであった。

販売時期については、2003-04年産のみの調査であるが、5月下旬から6月上旬に集中している。6月に入り安値相場となったことから、自家保管による売り惜しみ、販売時期を遅らせた農家も見られ、最も遅いのは7月下旬であった。(図6,7参照)

3. 作付品種と種子

作付品種については、2000-01年産から2004-05年までの5年間聞き取り調査をし

た。その結果地域別で大きな差が見られる。武穴市は作付品種数が絞られておりダブルロー奨励品種が5年間とも100%作付されている。2003-04年から全農家が市政府との契約により1郷鎮1品種(調査地区は中双10号)に絞られている。沙洋県は2001-02年以降ダブルロー奨励品種がほぼ100%であり、2004-05年は華雑6号が95%を占めている。襄陽区及び当陽市は、2004-05年調査では、四川省の品種である綿油11号の作付率が高く、ダブルロー奨励品種作付率は襄陽区32%、当陽市46%と前年より低下している。この要因は、中国内地での品種育成機関の育種技術の向上により優良品種が多くなってきたこと及び現在の種苗法によって市場が開放され自由

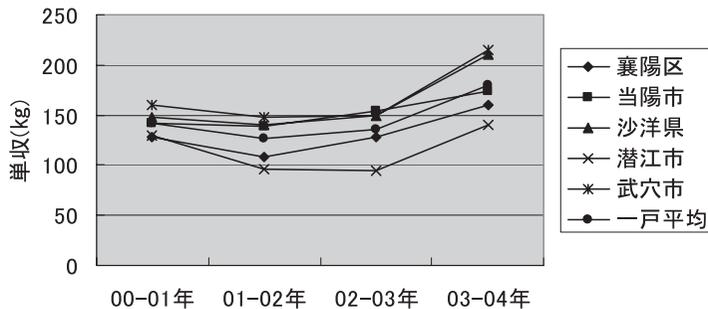


図4 年次別単収の推移

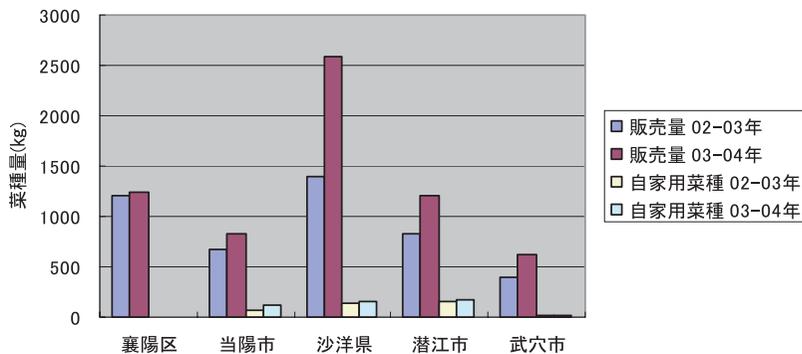


図5 年次別販売量と自家消費量

販売が可能となったためと思われる。政府指導機関としては、現在の種苗法では規制することが出来ず、省内外とも資金力のある種子代理店が農民への販売を積極的に展開している。潜江市の場合でも華雜6号を中心にダブルロー奨励品種が2003-04年に94%であったが、2004-05年には四川省の品種徳油5号が増えたことから、ダブルロー奨励品種は75%に低下した。このように作付品種は年度によって大きな変化が見られる。作付品種数は襄陽区、当陽市、潜江市では10品種と多く、一部ではダブルハイ品種も作付されている。(図8参照)

種子の購入先は、普及ステーション又は民

間種苗会社から購入しているが、武穴市は全量市政府から無料配布されている。種子価格は1斤(500グラム)当り交雑種で30~40元、固定種で15~20元で、各地域ほぼ同価格であった。(図9参照)

4. 食用油

食用油の1人当り1年間の消費量は、全体平均で2003年調査では約13kg、2004年調査では概ね15kgと約2kg増えている。襄陽区を除けばなたね油が主体で豚油との組み合わせで消費されている。江漢平原の調査農家は、なたね油の殆どは自家用に保有して、なたねを小規模製油所で油と交換している。襄陽区

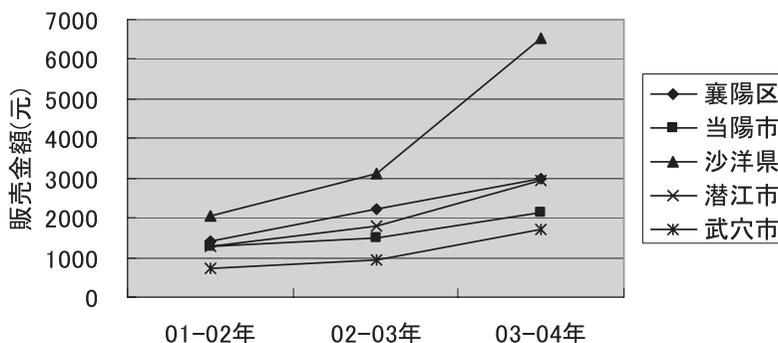


図6 年次別販売金額

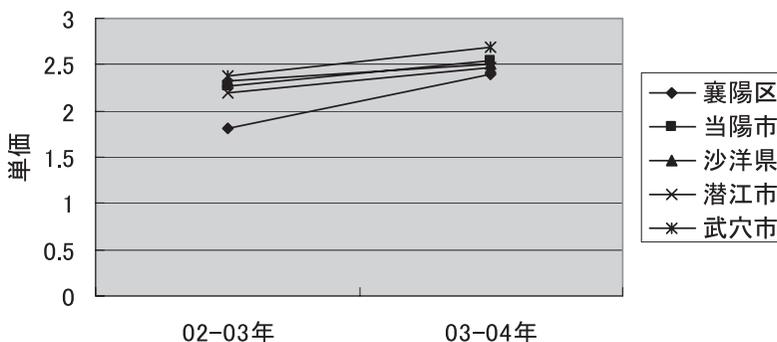


図7 年次別販売単価 (元/kg)

の場合は、ナタネ油やサラダ油を購入している。(図 10 参照)

6. 農民の意識調査

2004年に農家の意識調査を実施した156戸の回答から、栽培技術等については農家が実

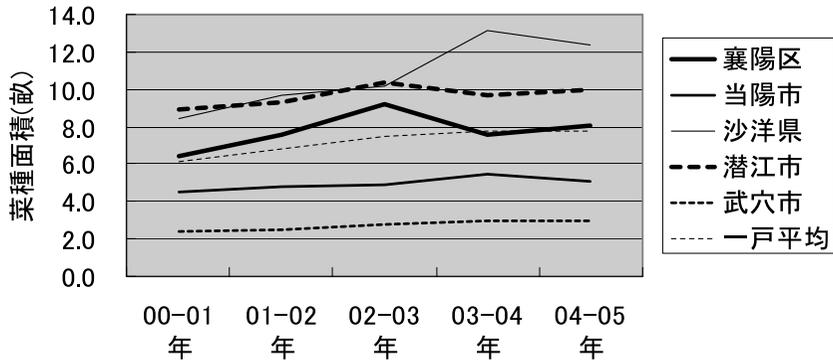


図 8 年次別湖北省ダブルロー品種普及状況

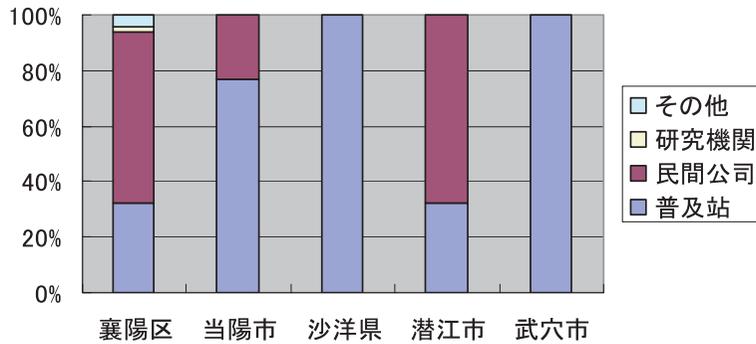


図 9 種子の購入先別割合 (04-05 年)

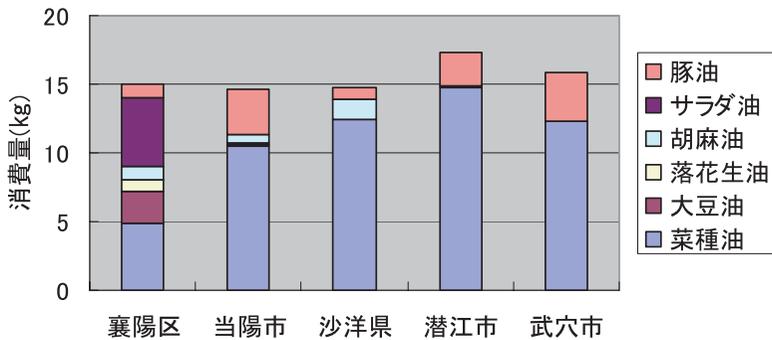


図 10 食用油別消費量 (04 年)

際に実施又は技術が向上したとの回答数の割合、また販売、収量、品質については満足しているとの回答数の割合を以下に示す。優良種子の確保、排水対策、病害虫防除、雑草防除、収穫・乾燥・調製については、95%を越える高い値を示して、基本的技術が徹底しているものと思われる。販売、収量、品質についても高い率が得られ、不満とする回答を大きく上回っている。奨励品種を導入しているものは89%であり、10%は奨励品種を導入していないことになる。育苗・移植・栽植密度に関する技術については、75%程度のやや低い値であり、これらの技術には課題が残されているものと思われる。不耕起栽培、直播栽培、農業機械導入についての値が低い

のは、農家に受け入れられる技術として確立されていないことを示して、これら技術は灌漑排水を含めた土地改良と深い関わりを持っているので、課題解決にはなお、時間がかかるものと思われる。

交雑・混雑防止対策を実施しているとの回答は60%ある。交雑・混雑防止対策の内容については、ダブルロー品種に統一しているが57%、優良種子を確保しているが51%と高い値であった。その他の防止対策については30%前後と低かった。交雑・混雑防止対策に対する農家の意識はまだ低いものの、少しずつ関心が高まってきているものと思われる。

(図 11, 12 参照)

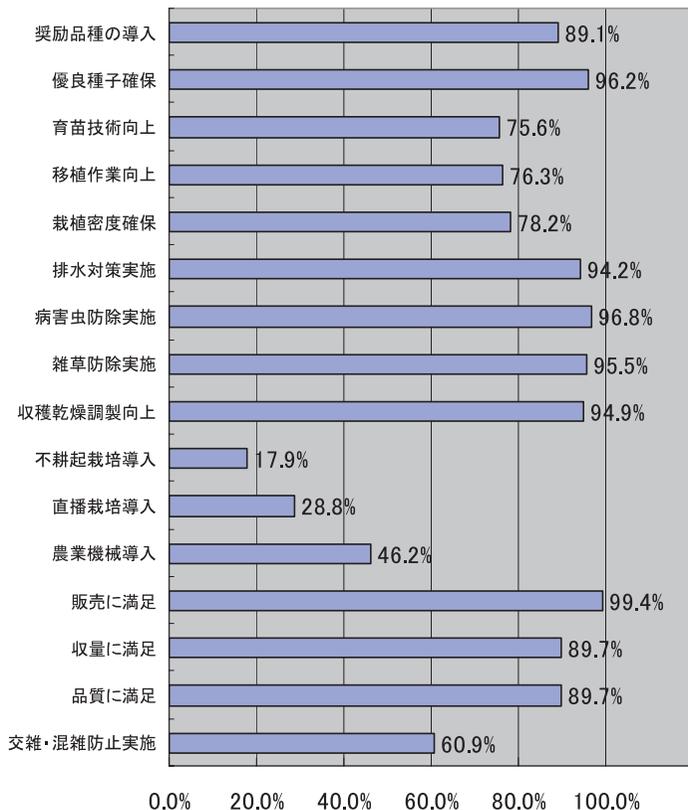


図 11 栽培技術の向上割合 (04 年)

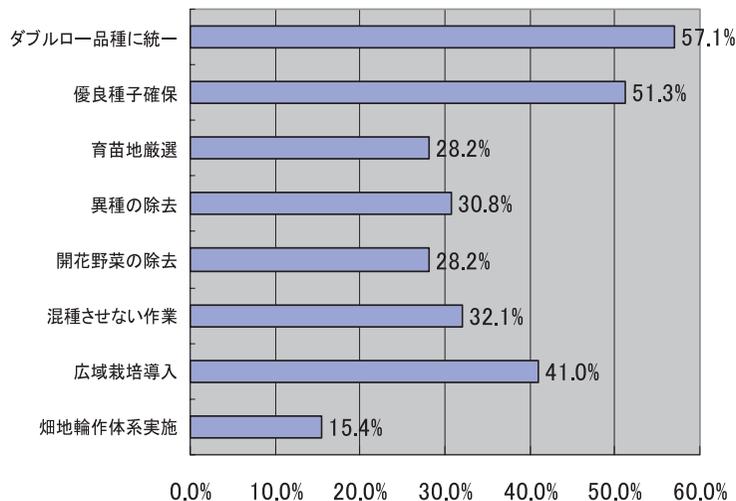


図 12 交雑・混雑防止対策の実施割合（04 年）

7. 2002 年調査の栽培上の課題と 2004 年調査の栽培技術の実施・満足度の比較

2002年調査でナタネ栽培上の課題について意向調査を行い、その課題が2004年調査でどのように改善又は技術向上したかについて、同一調査農家から回答を得た結果は、図13の通りである。

奨励品種の導入については、2002年調査で74%の農家が課題としていたが、2004年調査では導入している農家が約90%に達している。多くの農家は奨励品種を導入しており、普及指導成果が上がっているものと思われる。

生産したナタネの品質については、2002年調査で49%の農家が課題としていたが、2004年調査では90%程度が品質に満足と回答していることから、ナタネ品質向上が図られているものと思われる。

育苗技術と移植作業については、2002年調査で40%程度が課題ありとしていたが、2004年調査で改善が見られるものの75%の回答率であることから、今後農家に受け入れられ

る技術改善方策の指導が必要である。

病害虫防除及び雑草防除については、2002年調査で30%余が課題であると回答していたが、2004年調査においては基本的防除作業を実施している農家が95%と高くなり、防除の徹底が図られていることを示している。

農業機械、不耕起栽培、直播栽培の導入については、湖北省内でも一部地域で普及しているものの江漢平原のナタネ産地では殆ど普及していなかった。その結果2002年調査では課題であると回答した割合があまり高くなかった。2004年調査では農業機械の導入率54%と高くなったものの、不耕起栽培と直播栽培についての普及率は、襄陽区の直播栽培と武穴市の半不耕起栽培を除けば普及は進んでいない。

交雑・混雑防止については、2002年調査では農家の多くは殆ど関心がなかったものの、2004年調査では70%ほどが関心を持って取り組みを始めている。

以上の結果から、農家の基本的栽培技術の

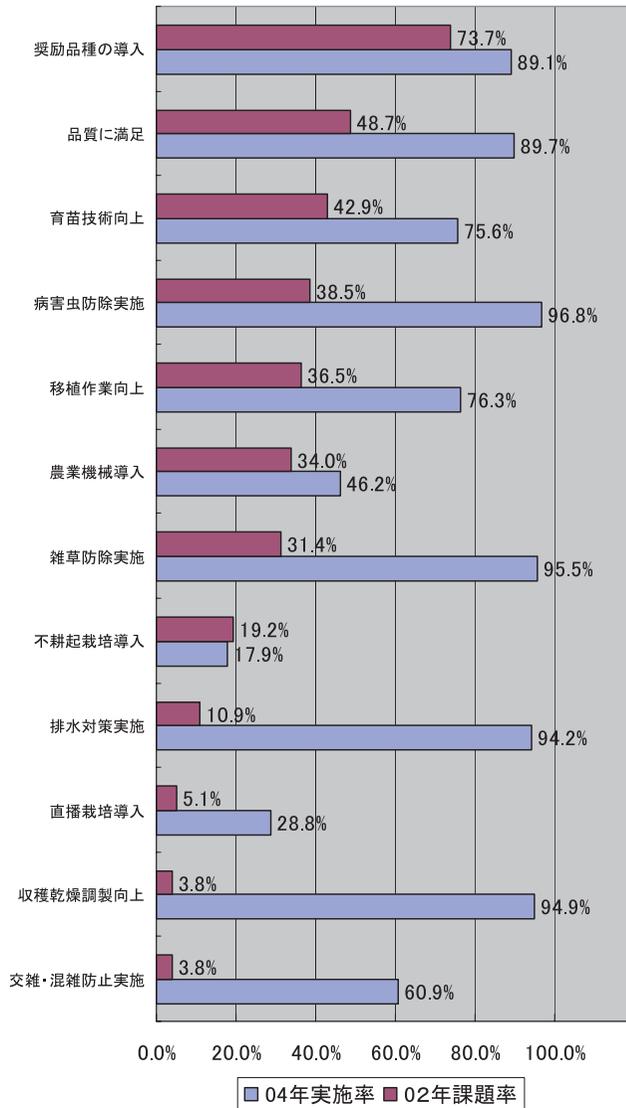


図 13 2002 年調査の栽培上の課題率と 2004 年調査の実施・導入率比較

向上並びに、交雑・混雑防止への関心の高まりがはっきりしており本技術協力は成果を上げたと言えよう。ただ、不耕起栽培及び直播栽培については、灌漑排水等土地整備の進捗と相まって農家に受け入れられる技術の組み立てをしつつ普及を図っていく必要があるものと思われる。

ま と め

湖北省のナタネ生産農家の実態と意向調査の結果、同じ湖北省内でも農家の実態及び栽培体系、栽培技術に大きな違いがあることがはっきりした。湖北省のナタネ栽培で先進的領域は沙洋県と武穴市であり、ここではダブ

ルロー奨励品種がほぼ 100%普及しており、栽培技術及び交雑・混雑による品質低下に対する農家の意識も高い。このような先進地では製油企業との連携強化も進んでおり、優良なたね油のブランド化も図られようとしている。しかし多くの生産地は依然としてダブルハイ品種が作付されており、ダブルロー菜種油の生産・販売量は少ないのが現状である。中国なたね産業の発展のためには、解決しなければならない課題がまだ多く残されているが、健康に良いとされるダブルロー菜種油は将来必ず消費者に受け入れられる時が来るものと思っている。種苗法の改正やなたね品質国家基準の改正、更に土地基盤整備など国家の支援を農家は求めている。なお、湖北省菜種産業開発基本構想を、本プロジェクトが中

文で作成し、それをもとに総括セミナーを開催し中国菜種産地指導者への理解と指導の徹底を図ったところである。中国でのなたね生産の安定は、日本のカナダ等からの菜種輸入に直接影響するものであって、技術協力の成果が湖北省以外の産地にも波及し、生産量・品質共に高位安定することを願っている。

引用文献，参考文献

- 1) 湖北省菜種産業開発基本構想 2005年
6月発行 独立行政法人日本国際協力機構
- 2) 農家継続調査報告書 2004年
12月発行 菜種プロジェクト報告書

〔中国湖北省菜種生産技術開発現地実証調査〕
元技術普及専門家

東南部アフリカにおけるネリカ稲栽培の現状

金 田 忠 吉

NERICA は、WARDA がアジア稲とアフリカ稲との交雑で得た話題の新品種・系統群の総称であり、アフリカの食料安全保障、貧困解消の切り札になるのではないかと、援助国側が期待しており、育成段階から深い関わりをもつ日本は、積極的にその普及を助けるさまざまな活動を展開している。JICA は、2004年2月にケニアのナイロビにある AICAD (African Institute for Capacity Development) で FAO, UNDP, 世銀などを交えた第1回のネリカセミナーを行い、第2回は05年2月に同所で参加国を東南部諸国にしぼって開催したが、東のネリカ先進国ウガンダで収穫期のネリカを実際に視察することを日程に組んで、第3回が同年12月12～15日にウガンダ・ケニアで行われた。そこでの発表から、各国の現状を紹介する。

エチオピア

2002年にギニアからネリカ品種を導入し、03～04年に全国10個所で試験を行った結果、NERICA3とNERICA4が有望と認められ、奨励品種審査会で検討中である。2005年は、ウガンダから導入して04年にNERICAとの比較に用いた Superica-1 も有望だったため、Woreta, Metema など6個所でその確認の試験

をあわせて実施している。試験の規模は各品種 1.2×5 m に6列のドリル播で3反復。NERICA は早生で雨期が早く終わる年でもある程度の保障が得られるほか、従来の品種よりもいもち病に強い。近年稲作が導入されているのは天水低地であるが、天水畑での栽培可能面積が大きいので、NERICA への期待が大きい。

ケニア

政府が稲作を推進し始めたのは1907年であるが、本格的には1979-83年計画からである。米消費は年率13%で伸び続けたが、生産は停滞していた。(ビクトリア)湖岸開発公団(LB DA)は2004年からJICAの支援でNERICAの試験を行っている。NERICA 5及び6以外はWAB450の11系統で、1区2.5×5 m に30×20 cm で点播(深さ3 cm)。収量に際だった違いはなかったが、WAB450-11-1の2系統とNERICA 4を有望と見ている。WARDA ではWAB450-16-2-BL2-DV1をNERICA11として整理しているが、ケニアではまだ奨励しているわけではないと説明している。

モザンビーク

2002年から3年間、南部のChokwe農試で17系統を試験したが有望なものを得ず、2004/05年に中部のZambezia県Muirruwa支場で4系統を灌漑及び天水で栽培(比較は

Chupa)。天水栽培で Chupa よりも優れていたが、生育や出穂などのデータはない。05/06年の試験結果を見て今後の対応を決める模様。

マダガスカル

国独自の稲育種体制があり、FOFIFA 番号でいくつかの奨励品種がある。NERICA の導入は 2002 年で、2005 年から JICA 専門家が配置された。04 年 11 月～05 年 4 月、N-7 を除く 6 品種と比較の 6 奨励品種を 2 施肥条件、20×20cm の点播で試験した。NERICA は化学肥料によく反応し、*Striga* (寄生植物)への耐性は奨励品種より勝ったが、1500m の高度では不稔が 90-100%となった。しかし N-3、N-4、N-5 は高度 750-1250 m では適応性が高い。配付されている品種の情報が少ないが、さらに試験を重ねる考えである。

ウガンダ

副大統領の指導と Sasakawa Global 2000 の協力によってネリカの先進国となっており、また坪井専門家の精力的な活動によりネリカの試験に関する多くの情報がもたらされている。

米消費の増加への対応は灌漑稲作に依存していたが、ナムロンゲ試験場(標高 1150m)が WARDA との協力で 2001 年に始めた陸稲栽培試験は、奨励品種 NARIC 1～3 として成果をあげた(NARIC3 は NERIC4 にあたる)。現在、圃場、コンクリート枠、ポットなどで多種の試験を実施中であるが、品種試験ではネリカの 7 品種、NARIC の 2 品種、WAB880 の 4 系統、FOFIFA の 6 品種が用いられている。1 区 2.1×5 m (30×12.5 cm の点播)。天水陸稲栽培と土壤水分を補足する栽培とでは降雨の条件でも結果は変わるであろうが、

草丈、穂数の他に 1 穂粒数と稔実率、成熟迄日数、収量に明らかな差が出た。

長期施肥試験は無肥料、堆肥のみ、N60 kg/ha、P、K の増肥、堆肥との組み合わせなど 8 処理であるが、降雨が不順で予期されたような結果はまだ得られていない。雑草管理試験では、競争力が強いとされるネリカでも 2 回程度の除草は望ましいことが示されている。

播種深度は苗立ちや茎数確保に関係する重要な栽培の指標を与える。1～2 cm では土壌表面の乾燥で苗立ちが悪くなり、6 cm では発芽迄日数が長引き、茎数がごく少なくなるなどで、3～4 cm 程度が推奨される。

タンザニア

稲作の全面積は約 50 万 ha、その 7 割が天水低地、陸稲は 2 割、灌漑水稲は 1 割で、平均収量はそれぞれ 2.5、0.4、4.0 t/ha である。2002 年にネリカ稲 60 系統で陸稲予備試験、各 20 系統で天水及び灌漑水稲試験を開始した。陸稲試験では 3.5 t/ha 以上の収量を得た 12 系統を選んで現地試験、種子増殖に進めた。NERICA 1 は 2.1 t/ha だったが香り米のため残した。研究の推進のために農業省の研究機関、Sokoine 農業大学、WARDA、AICAD などネリカ研究ネットワークを結成し、技術委員会が活動をリードする。

現地試験、適応性試験などの結果に基づいて、審査委員会が奨励品種を決定することになる。

マラウイ

ネリカ試験は 05 年 11 月から全国 6 個所で始まったばかりである。試験方法はほぼすべて坪井提案に則っている。品種試験はネリカ

の7品種に NARIC の2品種とローカル対照品種を用い、施肥量試験、播種密度試験は NERICA1 を用いており、06年5月には結果が出る。3期の試験によって農家に普及すべき品種が決められる。

ジンバブエ

稲作の導入は1940年代だが、細々と行われてきただけで、政府が食料安全保障のための戦略的な作物として位置づけたのは2004年の国際コメ年を契機とする。04/05年にネリカの7品種を栽培して、最高のN-3で11.1kg、最低のN-6で0.9kgを採種し、05/06年の試験に着手した。材料はUgandaからFOFIFAなども導入し、品種比較、播種期試験などの他に畑、水田での採種栽培も行っている。

ザンビア

セミナー参加者はJICAプロジェクトのParticipatory Village Development in Isolated Areas (PaViDIA)から高橋リーダーだけであった。報告によると、米の輸入量が1999年の7,229tから2003年には30,586tに急増しているが、稲作は対象外となっており、研究者は1名のみである。それでPaViDIAがMt. Makulu中央試験場及びCooperative Collegeの農場でネリカの品種試験(N-1及びN-4のみ)、施肥量試験を行うことにしている(05年12月~06年5月)。

ガーナ

セミナー対象地域外であるが、JAICAFが昨年から実施しているネリカ試験について報告した。南部ではGIDAのアシャマンとオチェレコの灌漑水田の1本植栽培、中部では西部

州ビビアニの焼畑の点播、北部ではタマレ周辺4農家の畑直播で、いずれも3品種を選んで試作したが、オチェレコは高い収量が見込まれたものの、アシャマンは一部に原因不明の病害が出ており、生育は不十分であった。ビビアニでは播種2週間後の洪水被害でその後の調査は見送りとなっていた。北部では成熟期の早魃を回避することができ、ほぼ満足できる収穫だった。特にサバンナ農業研究所圃場のネリカは農民、報道関係者に大きな話題を呼び、Ashanti州北部、Volta州中部、タマレ近郊にかなり普及する見込みと言われる。

African Rice Initiative

Akintayo コーディネーターから、アフリカ開発銀行による35百万ドルのプロジェクトが5月に動き出したと報告された。計画では5年間でネリカの普及面積は40万haとなり、米輸入額は年1億ドル減らせる。新たに各国が採用したネリカ品種が紹介されたがN-11以外は西アフリカのものである。しかし、参加各国からはこれらを導入し、試験したいとの希望が寄せられた。

WARDA が当面本拠地としているベナンで、ネリカの採種問題を担当する池田専門家から、ネリカ7品種の純度調査結果が報告された。N-2は7.39%、N-6は6.33%、N-5は4.83%という高い異型率で、N-4は異品種であった。品種の特徴と、混種防止のための注意点が示されたが、各国がどう受け止めたのであろうか。

以上の他にSasakawa Global 2000、JICAのネリカ対処方針、AICADのネリカ対応などの報告があったが、ここでは割愛する。

(国際農林業協力・交流協会 技術参与)

「国際農林業強力」誌編集委員（五十音順）

| | |
|-------|-----------------------------|
| 池上彰英 | （明治大学農学部助教授） |
| 板垣啓四郎 | （東京農業大学国際食料情報学部教授） |
| 勝俣誠 | （明治学院大学国際学部教授） |
| 紙谷貢 | （前財団法人食料・農業政策研究センター理事長） |
| 二澤安彦 | （社団法人海外林業コンサルタンツ協会専務理事） |
| 西牧隆壯 | （独立行政法人国際協力機構農村開発部課題アドバイザー） |
| 安村廣宣 | （社団法人海外農業開発コンサルタンツ協会専務理事） |

編 集 後 記

本号は、内外から本誌にご投稿いただいた情報を中心に編集した。

投稿論文「窒素肥料の有効活用による環境保全的イネ・コムギ作付体系」は、食料増産が迫られる途上国において、ますます利用の増加が予想される窒素肥料の節減技術について論じたものである。この論文は、本誌 28-1 の特集「ガンジス流域平原地域における稲・小麦体系」の中で原稿を書いていただいた Y.SINGH 氏らによって執筆されたものである。この論文はガンジス流域における窒素肥料の効率の施用技術を紹介したものであるが、これらの技術や考え方は他の途上国における“環境にやさしい農業技術”としても有益なものであるので、あらためて今回の投稿論文を掲載させていただくことにした。

2 番目の投稿論文は、農業省アドバイザーとしてチリに駐在し、最近ご帰国された黒澤氏によるチリの水利権に関する論文である。ここでは、チリにおいては水利権が市場で自由に取引できる制度になっていること、その制度の利害得失と他国への応用の可能性等について論じられている。チリは、途上国のなかでは最も早い時期に経済自由化政策を取り入れ、農水産分野においてもその例外ではなかった。そして輸出指向の農産物生産振興を自由市場体制の基で成功させつつ経済発展を持続している数少ない国といえる。南米の諸国が、経済自由化政策における負の側面を顕在化させ、大きな社会・経済的困難に直面している中で、何故チリが一人勝ちできたのか、興味ある課題である。水利権の市場化を論じた本論文はその意味で興味深いものである。

第3のものは、中国湖北省においてナタネ生産技術についての報告である。ここでは、世界の重要な油糧資源であるナタネについて、中国の生産現状と農民意識の変化が紹介されている。ナタネ生産の技術普及に関する技術協力に長い間従事し、最近帰国された安達氏から現地調査の結果を踏まえた有益な情報を紹介していただいた。

このほか、アフリカの食料問題にとって一つの突破口を果たすのではないかと期待されているネリカ米のアフリカ東南部諸国の栽培状況を概説した記事を掲載した。最新の情報であり参考にさせていただければと願っている。

最近、本誌に投稿したいという希望を寄せる方が増えている。本誌は、特集テーマを中心に編集することが多いので、これまで、ご希望に沿えない場合が多かった。しかし、今回は、途上国における農業開発の実践から得られた情報を取り纏めた、興味ある投稿論文が揃ったので、これらを中心に編集した次第である。

今後とも、現場からの有益な情報やニュースを可能な限り取上げて行ければと願っている。

（H・T）

- 賛助会員への入会案内 -

当協会は、賛助会員を募集しております。個人賛助会員に入会されますと、当協会刊行の次の資料を無料で配布することとしております。

多くの方々が入会されますようご案内申し上げます。

「国際農林業協力」(年6回発行)

なお、法人賛助会員については、上記資料以外にカントリーレポート等を配布いたします。

お 知 ら せ

農林水産省からの委託事業「日アセアン地域技術交流事業」の一環として農業協力を係わる情報誌「Expert Bulletin」(年3回刊)を本年度から発行している。

本情報誌は、アセアン諸国の関係者に加え、当協会が16年度まで発行していた「農林業協力専門家通信」(略称「専通」、1-25巻、通巻150号)の読者に提供することとしておりますのでご活用いただければ幸甚に存じます。専通同様、皆様のご支援をお願い申し上げます。

平成 年 月 日

〔法人〕 賛助会員入会申込書
〔個人〕

社団法人 国際農林業協力・交流協会

会長 真木秀郎 殿

住 所 〒

T E L

法 人

ふりがな
氏 名

印

社団法人国際農林業協力・交流協会の〔法人〕 賛助会員として平成 年度より
〔個人〕
入会いたしたいので申し込みます。

なお、賛助会費の額及び払い込みは、下記のとおり希望します。

記

1. 賛助会費 円
2. 払い込み方法 ア. 現金 イ. 銀行振込

- (注) 1. 法人賛助会費は年間 50,000 円以上、個人賛助会費は 5,000 円（海外は 10,000 円）以上です。
2. 銀行振込は次の「社団法人 国際農林業協力・交流協会」普通預金口座
 をお願いいたします。
3. ご入会される時は、必ず本申込書をご提出願います。

| | |
|-------------|--------------------|
| みずほ銀行本店 | No. 1803822 |
| 三井住友銀行東京公務部 | No. 5969 |
| 郵便振替 | 00130 - 3 - 740735 |

農林業技術相談室

- 海外で技術協力を携わっている方のための -

ODA や NGO の業務で、熱帯などの発展途上国において、技術協力や指導に従事している時、現地でのいろいろな技術問題に遭遇し、どうしてもよいか困ることがあります。JAICAF では現地で活躍しておられる皆さんのそうした質問に答えるため、農業技術相談室を設けて対応しております。

相談は無料です。ご質問に対しては、海外技術協力で経験のある技術参加者が中心になって、分かりやすくお答え致します。内容によっては他の機関に回答をお願いするなどして、できるだけ皆さんのご要望にお答えしたいと考えております。どうぞお気軽にご相談下さい。

相談分野

作物：一般普通作物に関する問題，例えば品種，栽培管理など
(果樹，蔬菜，飼料作物を含む)

土壌肥料など：土壌肥料に関する問題，例えば施肥管理，土壌保全，有機物など

病虫害：病虫害に関する問題，例えば病虫害の診断，防除（制御）など

質問宛先

国際農林業協力・交流協会技術相談室 通常の相談は手紙またはFAXでお願いします。

〒107-0052 東京都港区赤坂8丁目10番39号 赤坂KSAビル3F

T E L : 03-5772-7880 (代), F A X : 03-5772-7680

E-mail : info@jaicaf.or.jp

国際農林業協力 Vol. 28 No. 3 通巻第140号

発行月日 平成17年12月28日

発行所 社団法人 国際農林業協力・交流協会

編集・発行責任者 専務理事 佐川俊男

〒107-0052 東京都港区赤坂8丁目10番39号 赤坂KSAビル3F

TEL(03)5772-7880 FAX(03)5772-7680

ホームページアドレス <http://www.jaicaf.or.jp/>

印刷所 株式会社 創造社

International Cooperation of Agriculture and Forestry

Vol. 28, No.3

Contents

Development Aid and Population Issues

ISHIDERA Takayoshi

Enhancing Nitrogen Use Efficiency for Sustainable Rice-Wheat Production System
in the Indo-Gangetic Plains

Yadvinder-SINGH, Bijay-SINGH and J.K. LADHA

Consideration Concerning Water Rights of Agricultural Water in Chile

KUROSAWA Jun

Nerica Trials in East and Southern African Countries

KANEDA Chukichi