

クリーン農業と緩効性肥料

北海道立中央農業試験場 企画情報室

室長 相馬 暁

1. はじめに、クリーン農業とは、その目的と手段

3つの優しさを求めたクリーン農業を支える調査・研究がスタートして、早くも3年を過ぎようとしている。「地球に、人に、作物と家畜に優しい北海道農業」を標榜するクリーン農業は、技術者・研究員にとって新たな技術論であるとともに、人と地球の関係を見直す文明論でもある。

実は、欧米における低投入持続的農業（リサ）や環境保全型農業、有機農業自体も、単なる技術論ではなく、人の生き方を問う文明論であり、政治理念であった。そして、運動の担い手も農民、農業関係者以上に、政治家であり、知識人であり、多くの一般市民であった。

クリーン農業も、北海道での農業と自然環境、

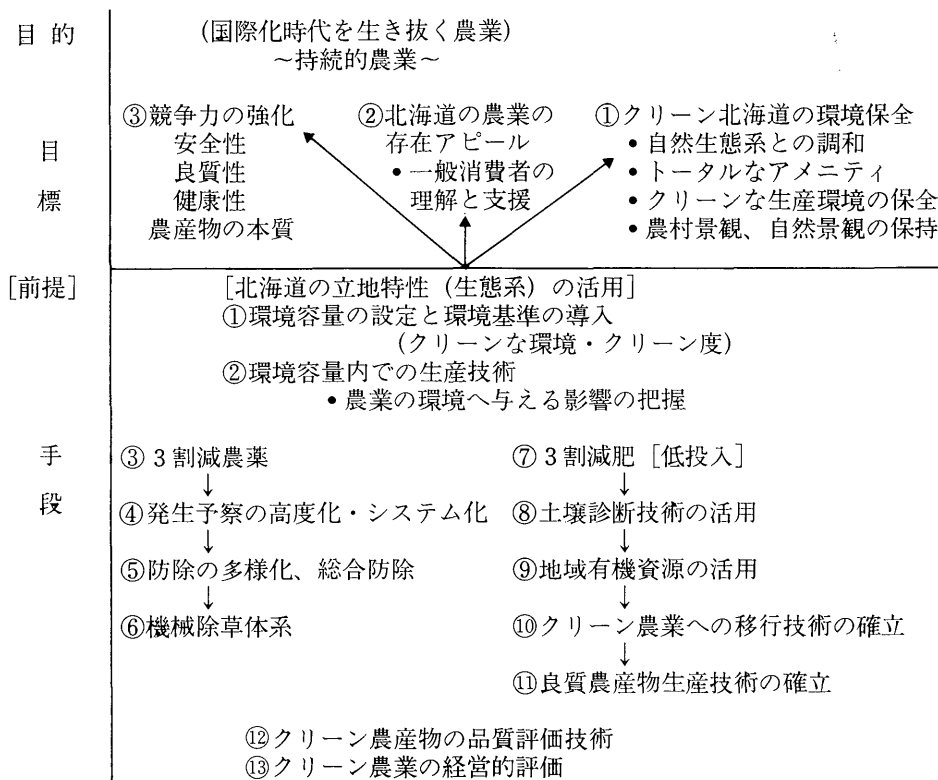
人と自然環境、豊かな生と豊かな食、それを支える豊かな農との関係を、見つめ直す理念としての一面を有する。

さて、北海道の目指すクリーン農業は、一切の化学肥料・農薬を否定した有機農業ではない。

①国際化時代に生き残れる持続可能な農業を確立すること、②地球規模での環境破壊が人類の存在をすら脅かす状況になってきた今、環境に与える負荷を低下させ、環境容量内での生産技術を再構築することが目的である。

この目的を達成するために、自然生態系との調和を前提として、①北海道のクリーンな生産環境を保全し、それを基に、②クリーンな北海道農業の存在をアピールし、消費者の理解と支援を得る。そして、③北海道農産物の競争力強化を図る

図1 クリーン農業の目的と手段



ことを目標にしている(図1)。換言するならば、望ましい、求められる農産物を作る技術の総合化に他ならない。

この目標を実現する手段として設定した研究の柱は、①環境保全機能の把握と活用、②減農薬・減除草剤技術の開発、③減化学肥料技術の開発と品質評価技術の確立、④畜産廃棄物処理とリサイクル技術の確立、そして⑤グリーン農業の総合評価の5本からなる。

2. 環境保全機能の把握と環境容量内での施肥技術

① 環境容量とは

自然生態系に不可逆的な変化を与えない範囲と言う意味での「環境容量」は、新しいコンセプトとして注目されている。しかし、その内容、構成要因や機能・機作については、まだ定かでない部分が多い。

施肥との絡みに限定すると、環境容量とは、耕地生態系が受容し得る物質総量と言う意味で、土壌の保肥力(交換容量)をベースに、土層の厚みと連続性、微地形、地下水の高低、微気象を含めた地域の気象、そして作付られる作物とその栽培

法・作型などによって、その器(環境容量)の大小・強弱、すなわち、トータルな保肥力と、その強弱、溶脱の難易が決められる。

今後、農業生産活動自体が、環境容量という概念で表現される土壌生態系、耕地生態系との調和を図ると言った観点から見直され、環境容量内での生産技術の再構築を検討すべき時が来ていると思われる。

② 環境容量内での施肥技術とは

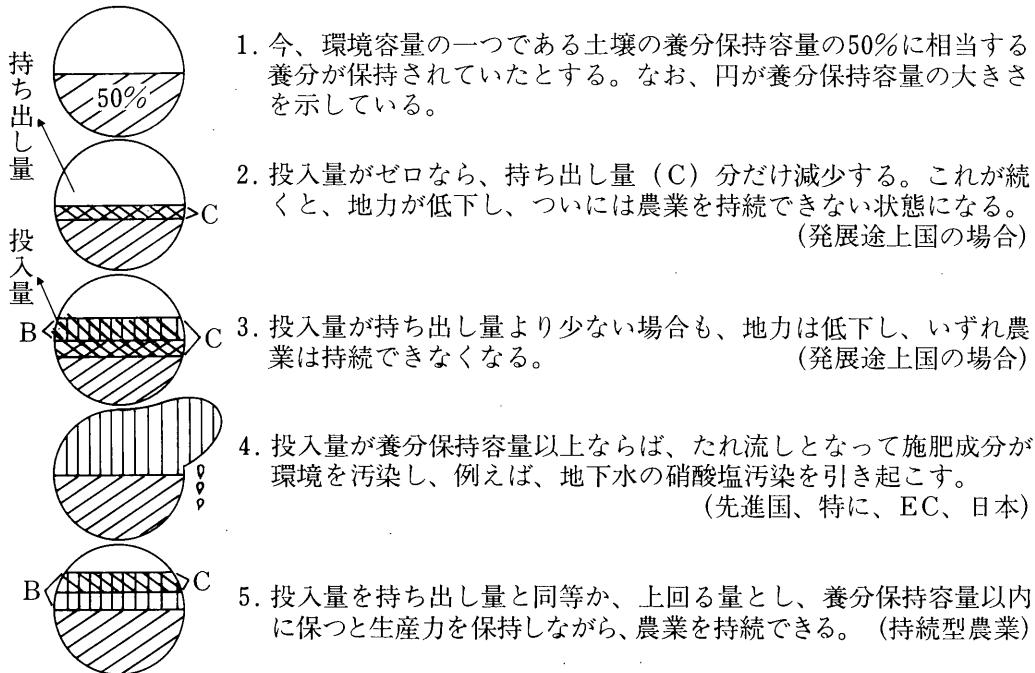
農耕地に持ち込まれる物質の収支と環境に与える影響評価をベースに、環境に優しい資材とその施用法の検討や農耕地由来の地球温暖化ガス発生量の把握等を行っている。

ところで、環境容量内の生産技術とは、具体的に如何なる技術か、なかなか一口では説明できないが、施肥を例に少し話を進めてみる。(図2)

肥料は、世界的に見ると足りないことは厳然たる事実で、多くの発展途上国においては、肥料投入量が持ち出し量より少なく、生産力(地力)が年々低下し、農業の持続を困難にしている。それどころか多くの場合、投入量がゼロである。すなわち、無肥料・無農薬で、まさに有機農業そのも

図2 環境容量内における施肥

A	B	C
$(\text{養分富化量}) = (\text{投入量}) - (\text{収穫物により系外への持ち出し量})$		



ので、地力の急激な低下をもたらし、農地が荒廃化を通じ、生態系の破壊につながっている。このような略奪農法がサハラ砂漠の拡大をもたらし、最近50年間に6,500万haの耕地・放牧地が失われた。

単に、化学肥料・農薬の一切の使用を否定するだけならば、耕地生態系から一方的に地力を略奪することになり、農業の持続は不可能になる。堆肥や緑肥など有機物資材による土づくり、地力の培養を行うこと、粕・糠類や魚粕・鶏糞等有機質肥料による施肥が、有機農法には必要不可欠である。

一方、アメリカやEC諸国など、先進国では、環境容量以上の施肥によって、環境汚染、取分け地下汚染を引き起こし、人々の健康をむしばむまでに至っている。生産活動と環境との調和をいかに図るかが、ここでも求められる。なお、北海道においても地下水の汚染は徐々に進行している。野菜畑に対する過剰な施肥、酪農地帯の糞尿の垂れ流しが、問題化しており、土壤診断による施肥の合理化は既に全道的に実践され、糞尿主体施肥と畜産糞尿のリサイクルシステムの確立はクリーン酪農研究として取り組んでいる。

3. 減化学肥料・有機栽培の確立

① 有機物利用法の見直し、過剰施用の問題点

土壤の肥沃度が低く、肥料が不足していた30～40年前は、窒素、リン酸、加里など肥料成分の含有割合が高い完熟堆肥が、肥料の代替として評価されていた。しかし、現在の畑は片寄った養分の過剰蓄積が目立つ状況にあり、馬鈴薯などの品質を高めるために、完熟堆肥が邪魔になる場合すらある。堆肥を含めた有機物の利用法の見直しを、クリーン農業研究の一環として行っている。

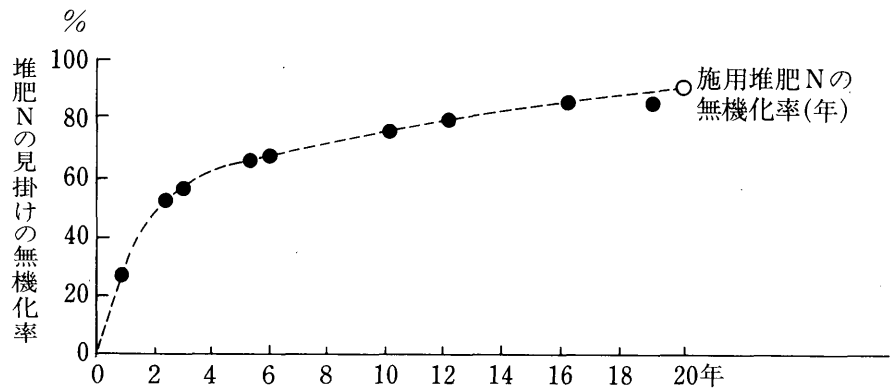
有機物の施用は土づくりの基本であるが、有機物の施用によって地力を高めながら化学肥料を減らし、地力重視型土壤管理へ安定的に移行するためには、地力窒素のコントロール技術の確立が必要である。過剰の窒素供給は農産物の品質を低下

させ、時には減収にすらなる。地力窒素の全体的制御は大きな課題である。

例えば、堆肥連用に伴う窒素の有効化について、ハウス土壌で検討した結果を示した(図3)。

1トンの堆肥を施用すると、5キロの窒素が持ち込まれる。初めて堆肥を施用した土壌では、その7～8%しか有効化しないが、2～3年経つと2割ほど、さらに連用して10～12年も経てば8割が有効化する。すなわち、4kgの窒素が供給される

図3 経年ハウスにおける堆肥Nの見掛けの無機化率



ことになり、2トンで8kg、4トンで16kgの供給量となる。有機物であろうと、無機物であろうと、持ち込まれる成分量には違いがない。

すると、一部の有機農法で実践されている様に、造成時に30トンの堆肥を施用し、毎年10トンの堆肥を連用するとどうなるか、初年度の総持込み窒素量は150トンで、有効化する窒素量はその2割として30キロ、8割で120キロとなり、毎年10トンの堆肥連用で土壌中の窒素は完全にコントロール不可能となり、窒素過剰害、例えば、石灰の吸収を阻害し、生理障害発生の引金にもなる。現地におけるこれらの混乱を是正するためにも、早急に有機物多量施用に伴う、窒素を中心とした土壌中成分のコントロール技術を確立すべく、検討中である。

② 有機物主体施肥の難しさ

有機物主体施肥のもう一つの問題は、地力窒素の放出が後期にズレることで、馬鈴薯、てん菜、水稻などにとっては品質にダメージを与える事である。また、有機物の養分は化学肥料と同じ無機成分に分解されて作物に利用される。そのため有機農業においても、堆肥等の多量施用は地下汚染

など環境汚染の問題をはらんでいる。オランダでは、10a当り窒素成分施用量は50キロを超えるが、その6割が堆肥由来であり、堆肥の利用が地下水汚染につながると、法的に規制され始めた。

化学肥料は作物に吸収されやすく、人為的にコントロールしやすいが、堆肥等の有機物はそれよりもはるかに複雑で、コントロールしにくい。このような堆肥連用に伴う土壌窒素の放出量は土壌タイプ、透水性の難易、気象状況などによって異なるので、これらの要因を考慮に入れた、わかり易い診断法が必要になって来る。

そのため、有機物連用に伴い、経年的に変化する土壌からの窒素供給量を予測し、その供給量に見合う分の化学肥料を減肥して行くことによって、安全的に有機物主体施肥に移行する技術を実証中である。その意味で、北海道型クリーン農業は有機物と化学肥料の共存の道を探っていると言える。そして当面の目標は化学肥料の3割削減である。

なお、北海道内には100カ所を超える土壌診断施設があり、年間2万圃場に達する土壌診断がなされ、施肥量が決定されており、減肥料に取り組み、年間数十億円に上る生産コスト節減に貢献している。

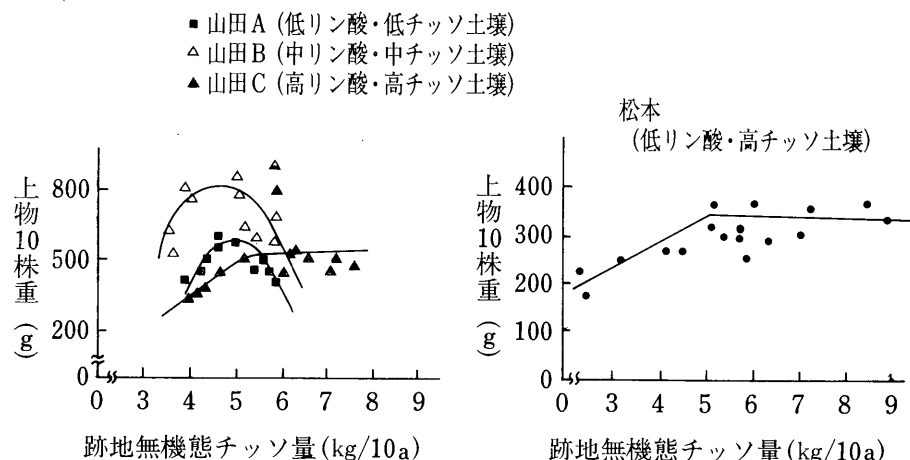
③ シゲモイドタイプの新たな緩効性肥料の可能性

速効性の化学肥料の多量施肥は、環境に与える負荷を増し、時には、濃度障害や多肥障害を作物にもたらし、時には環境汚染につながる。一方、緩効的な地力窒素・有機物由来窒素はコントロールが困難で、バレイショや水稲などにおいては、時には品質低下、食味の低下につながる。特に、美味しさが求められる時代になった今、品質制御を困難にする有機物・地力は敬遠され、化学肥料一辺倒の農家を生み出しもした。

作物と養分吸収量の関係を見ると、水稲などは移植後、茎葉の生育、すなわち、栄養成長の進展

につれ、一日当り養分吸収量は増加し、止め葉で栄養成長は終わり、子実の充実に入ると共に、養分吸収量は減少し、収穫時点で圃場に肥料分、特に窒素は残存している必要はない。むしろ、生育後期の残存窒素は品質低下をもたらしかねない。後期追肥は倒伏を引き起こしたり、米粒中の蛋白含有量を高め、味を損なう。バレイショやビートもこの仲間で、生育後期の窒素追肥は百害があつて一利無しである。

図 4 収穫時の残存窒素量と上物収量



一方、生育の最盛期に収穫するホウレンソウは、収穫時点においても根より旺盛な養分吸収を行っている。この時点で窒素について言うならば、10a当り5キロ以上の窒素が残存していなければ、上物収量が低下する(図4)。真空予冷処理を行い、その後、蘇生させると下葉が黄化し、摘葉、俗に言う「袴どり」を2~4枚せざるを得ない。それで、上物収量は17~40%は低下する。そのため、在圃期間は短いホウレンソウに対して、従来から有機物施用による土作りを行い、養分吸収量より多い、施肥を行ってきた。

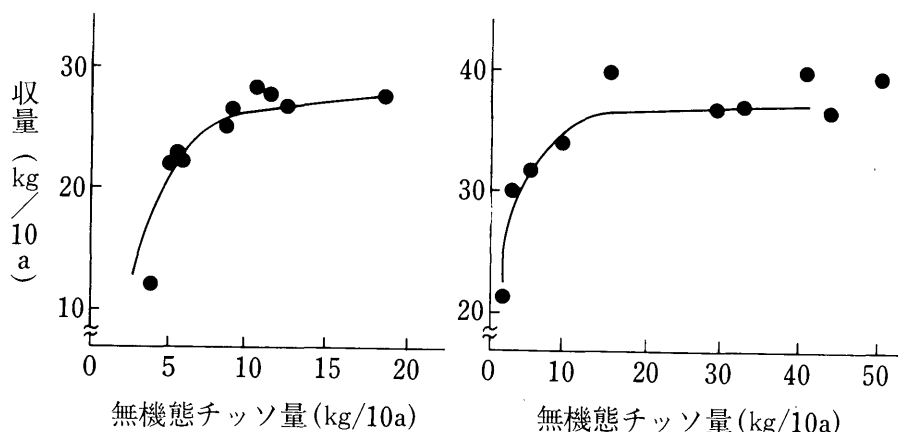
また、連続的に果実を収穫するトマトやキュウリは、養分を連続的に吸収する。土壌中に随時、可吸態の窒素・カリが10~15キロ程度存在する事が求められる。キュウリなどでは、10a当り残存窒素量が10キロを切る様になると、収量が低下し(図5)、着花・果が悪く、尻細り果となり易くなる。

この様な養分の連続供給を求める野菜に対して、従来から、コーティング肥料の効果が認めら

図5 抑制キュウリの最低チッソ必要量

定植30日目の含量と
初期収量

収穫終了時の含量と抑制
キュウリの収量



窒素に頼り、後期の窒素供給をシグモイド型溶出コーティング肥料に依存したところ、着きょう数が増加し、増収につながった。また、密植と組み合わせることによって一層の多収を可能にし得た(表1)。

環境に対する負荷量を低減しながら、増収をもたらすし、しかも、追肥作業を省けるコーティング肥料は、新たな情勢を迎えた農業において、興味尽きない資材

られているが、近年は、環境に優しい肥料としての効能も注目されている。と言うのは、土壌中の肥料濃度を過剰に高めないで、降雨による溶脱が少なく、地下水等の汚染を引き起こさないためである。

また、最近開発されたシグモイド型溶出コーティング肥料は、所定期日まで、肥料成分を保護し、土壌中に溶出させないため、大豆等根粒活性を活用する豆類に対する後期窒素の追肥に利用される。基肥に大量の窒素を与えると根粒の着生が悪く、生育中期の望ましい生育量が確保されない。そのため、基肥は慣行通りとし、中期は根粒

であり、今後、品質コントロール技術に取り込まれる事を期待したいし、また、シグモイド型溶出コーティングの技術は、パークの様な未熟有機物、炭素をコーティングすることにより、生育後期の土壌中の不必要な窒素を、固定し、一時的に除く事も可能にする。この事は従来、何人も制御し得なかった地力窒素や有機物由来の生育後期の窒素制御の道を切り開く事になる。

施肥が化学肥料一辺倒から、有機質肥料、有機物併用の施肥に変わるであろう。今後、コーティング技術には新たな役割が求められている。

表 1

	子実収量 kg/ha	チャッキョウスウ コ/カブ	コンリュウスウ	Nキュウジュウリョウ mg/m ²
標準植一標記	256	100	48.6	43.8
LPコート5	113	112	11.2	12.4
追肥5	108	105	10.7	11.2
中密植一標肥	111	92	17.5	17.5
LPコート5	114	90	15.7	15.7
追肥5	109	87	15.3	15.3
多密植一標肥	121	77	13.0	13.0
LPコート5	136	82	17.7	17.7
追肥5	127	79	12.8	12.8

供試品種：ツルムスメ

標準植：66*20

中密植：66*15

多密植：66*12.5

標 肥：N 1.5キロ P₂O₅ 11.5 K₂O 2.5

LPコート5：LPコート50号，N5キロ基肥同時施肥

追肥5：7月下旬，硫安5キロ追肥