

# 酪農におけるふん尿処理と活用システムに 関する研究結果と提言

市川 治

## Results of Study on, and Suggestions for, the Treatment and Use of Animal Waste

Osamu ICHIKAWA

(June 1995)

### 1. 研究目的と方法

今日、日本の酪農は様々な問題をかかえ、その展望は必ずしも明るいとはいえない。つまり、酪農の生産においては、年々の乳価の低迷、子牛価格の急激な低下から経営の厳しさが加速されてきている。そのことは全体戸数の減少に加え、最近の頭数の減少ということや、酪農家で同居後継ぎが半分以上もいないというように、酪農の担い手の不足から酪農家をやめるものが続出していることにも示される。こうした生産及び経営上の問題に加え、いま、とりわけ問題となることは、酪農の存在それ自体がふん尿等の排出から地域の環境問題につながってきていることである。この点については、従来府県酪農でいわれてきたが、最近では北海道酪農においても問題になってきている。すなわち、それは酪農が排出する「副産物」・ふん尿の利用が十分でないことからおこる環境汚染問題である。酪農の副産物・ふん尿の活用及び処理が酪農の展開にとって欠かすことができない状況になっている。にもかかわらず、その実態が十分明らかにされていない。しかも、その活用は「金」にもなりうると考えられるが、その活用の技術的な仕組みも十分検討されているとはいえず、この課題に関連する研究者による学際的な共同研究が求められている。

一方、外国においても日本と同質の問題を抱えていると考えられるが、ふん尿処理に関する法規制等の整備、

ならびに環境保全的な処理システムはEU(欧州連合)において進んでおり、一日の長がある。特にEUにおいては、土地利用規制(家畜単位に基づく飼養頭羽数の制限をベースとする)が個々の農家レベルで厳格に実行に移されている。また、大韓民国においても同様の取り組みが見られる。今日、このようなEUの家畜ふん尿処理の法規制、それに基づいて実施されている土地利用等について考察を加えることは、日本のこの分野の対策を考慮するうえで有意性をもつと思われる。

そこで本研究は、ふん尿を地域資源ととらえ、この有効利用にとって酪農は必要不可欠であることを明らかにするとともに、その活用の仕組みと意義を具体的な調査・分析及び実験を通じて明らかにすることを目的とする。つまり、全国でとられている様々な活用の仕組みと外国での経験を取りあげ、その形成過程と酪農経営にとっての経営的な意義・意味、さらに地域の環境保全的な役割、地域の経済的な意義について検討する。具体的には、

- (1) ふん尿活用システムについての地域的・経営経済的な検討
- (2) 実験を中心としたふん尿活用システムについての技術的検討
- (3) 外国におけるふん尿活用システムの検討などを行うことである。

以上のことから、ふん尿の活用システム、地域的な仕組みの形成メカニズム及びその形成のための方策を明ら

かにし、それによって酪農の存在意義を明確にすることを目的としている。

## 2. 従来の研究の到達点

これまで、酪農のふん尿については、その処理方法の技術的な対応方式等に関する一定の研究があるが、実験を中心とした総合的な研究は少なく、さらに地域のなかで有効に活用される仕組み・形成メカニズムについてはほとんど明らかにされてこなかった。結果として、そのふん尿については酪農家個人の責任（処理費の負担）で処理されてきたという実態がある。しかし、それはあくまでも地域、自治体あるいは食品産業など地域全体の問題として位置付け直す必要がある。実際にそのような位置付けを明らかにした研究はあまり行われていない。これを明らかにすると同時に、地域的な仕組みを形成している事例により検討するところに本共同研究の特色と独創性がある。ふん尿の処理や活用はヨーロッパでも重要になってきている。しかし、そこでは環境基準条件・条項などが明示されている。が、地域的な利用システムは、デンマーク等で試作・検討されている以外に、地域的な仕組み・システムというところまでいたってはいないように思われる。

このような視点から本研究においては、西欧全体の到達点を明らかにし、環境保護の先進国でかつ、高い農業生産力を有するデンマークを対象に取りあげるとともに、日本と同質の問題を抱えていると思われる大韓民国の状況についても考察を加えることとする。デンマークの家畜ふん尿処理の法規制、処理システムおよび土地利用方式等を取りあげるのには以下のことがらにポイントをおいているからである。すなわち、第1は、高い農業生産力と家畜ふん尿処理、その規制との間に矛盾が生じることはないかということである。また特定の規制は、生産力に制約的に働くはずである。したがって、第2は、農業生産力と環境保全との調和をいかに保とうとしているのかということである。これらの2点を中心に考察を加えることにする。現時点で上述した諸問題を十分検討・研究することが、今後酪農が地域で存在していくために必要不可欠な課題となっている。

## 3. 研究課題と方法

### (1) 研究の進め方

ふん尿の活用がスムーズにいつている、あるいは地域的な仕組みの中でふん尿の活用が進んでいる事例の幾つかを具体的にに取り上げ調査分析をする。つまり道内の酪農地帯と府県の酪農地帯及び大韓民国などでボーリング

調査をする。同時に、当該地域の研究者とともに西欧の研究成果の整理と検討を行う。これを通じて形成上のポイントと問題点の抽出と応用方式を明らかにする。また解決までいかないが、当面どの程度まで対応が進んでいるのか、制度的な対応をどの程度まで行うべきなのか等をも明確にする。さらに、ふん尿活用の実験的・技術的な検討を行う。以上を通じて、酪農におけるふん尿処理及び活用システムのモデルの構築と、関係機関・団体も参加するあり方や、支援する方向性を明示した提言を行う。

### (2) 具体的調査項目と調査地

#### 1) 調査項目

##### A. ふん尿活用に関する調査研究

調査対象地の地域農業の概況、とりわけ酪農経営の実態として農家や地域での副産物・ふん尿の利用状況や土地利用方式を調査する。このなかで、検討課題であるふん尿の処理および活用システムの形成方法を具体的に調査し、検討する。具体的な調査内容としては、地域でとられている対応・活用方法—従来ととられていた方法と今後とろうとしている方法、また制度的な保障・援助の方法、さらに各研究機関・団体の対応方法、及び研究と対応の到達点、モデル的なふん尿の活用システムの検討がどの程度進んでいるか等を考察する。

##### B. ふん尿活用システムに関する実験研究

酪農の尿を取り出して、尿散布を行い、尿施用が牧草飼料成分とサイレージの品質に及ぼす影響、および尿施用が牧草の生育・収量に及ぼす影響等を分析する。さらにふん尿の発酵産物の飼料的利用を分析する。

##### C. 外国のふん尿処理システムに関する研究

ふん尿の処理や活用が進んでいると考えられている西欧におけるふん尿の環境問題の実情を調査し、環境保全的なふん尿処理システムの実践を明らかにする。さらにこのシステムの活用方法について検討する。さらに、日本と類似していると考えられる大韓民国における環境保全型農業とふん尿活用システムについて、調査検討を行う。

#### 2) 調査地

上記の研究課題の解明のために、下記の幾つかの代表的な事例のボーリング的な調査・検討を行う。

- ① 都市近郊酪農地帯……神奈川県、愛知県
- ② 府県の酪農専業地帯……千葉県、兵庫県
- ③ 道酪農(専業)地帯……中札内村、別海町、網走管内
- ④ 海外の酪農地帯……大韓民国、西欧(デンマーク)

#### (3) 研究テーマと分担

次のような研究課題の分担を行い、調査と分析を行っ

- た。
1. ふん尿の利用状況及び活用システムとしての土地利用方式の検討 市川 治
  2. ふん尿の地域的・経営的活用システムの検討 荒木 和秋
  3. 都市近郊農業におけるふん尿の活用の検討 發地喜久治
  4. ふん尿の地域的循環システムに関する経済的評価 寺内 光宏
  5. ふん尿の流通システムに関する検討 泉谷 眞実
  6. ふん尿活用システムの作物栽培学的検討 小阪 進一
  7. ふん尿活用システムの実畜栄養学的検討 安宅 一夫
  8. ふん尿活用システムの乳牛飼養学的検討 野 英二
  9. ふん尿活用システムの微生物学的検討 菊地 政則
  10. 西欧における家畜ふん尿規制法と処理システムの検討
    - ア) 西欧全般の検討 高井 久光
    - イ) デンマークの検討 中原 准一
  11. 韓国における環境保全型農業とふん尿活用システムの検討 崔 一信
- 以上11点を相互に検討し、ふん尿のモデル的な活用システムと、そこでの国・自治体等の役割を提言する。

#### 4. 研究成果の要旨

酪農におけるふん尿の処理及び活用はヨーロッパでも重要になってきている。本研究では、国際酪農フォーラムとして外国の共同研究者を招聘して中間報告会を札幌で開催した(中原・荒木・發地・高井・崔報告)。このなかのデンマークの高井主任研究員報告によれば、EUの多くの国で、ふん尿の処理や散布に対して環境基準条件・条項などが明示されているほか、その活用方法としては、デンマークではバイオガスによる公共的な熱供給を実現している。つまり、共同バイオガス・プラントとして10数箇所ほどで地域的なガス利用がはかられている。これには国の援助もあるが、経営的にもかなりの成果を上げており、国内の幾つかの地域で、地域的な活用システムとして成立している。これはEU・西欧全体からみれば、初歩的・段階的なひとつの到達点・成果であると思われる。これに対して日本と同質の問題を抱えていると思われる大韓民国では、ふん尿の集中管理システムとその活用を行っている市・地域もあるが、大部分は個別管理による自分の農地あるいは周辺の果樹・野菜農家に散布・提供しているというのが一般的である。そういう意味では、地域的な活用システムとして成立しているところはあまりないといえる。しかし、ふん尿を利用しての有機野菜・農業の展開の動きは日本と同じようなものになり

つつある。さらに安城では地域的なモデルシステムが形成されており、かなりの成果があるとみられる。これについては、後に整理してあるとおりである(資料1参照)。

さらに日本の代表的な畜産・酪農地域の幾つかの事例分析を通じて、次のような結果と、ふん尿の処理と活用システムとしては、地域的なシステムの必要性が明確になった。

##### (1) ふん尿活用の土地利用式を踏まえた地域的・経営的システムの検討(市川報告)

ふん尿を活用するひとつの方法として、一定の範囲(5km以内)内に酪農家と畑作・野菜農家などの一定の集団を形成・配置することによって、堆きゅう肥と麦藁等の交換システムが形成される。また畑作・野菜農家の畑地の輪作システムを確立し、そこに有機質としてのふん尿を安定的に投入していく。そのような地域的な交換システムの形成が必要とされる。つまり、酪農などの個別経営の補完システムとして副産物の交換システムが必要である。また、これを含んだふん尿の処理・活用も可能である支援組織の形成が必要である。この仕組みが形成できれば適切な面積や労働力に見合った頭数規模が明確にされ、それを支える部分については支援組織が担うことができる。現実的には、ふん尿を活用する作業委託組織としてのコントラクターなどが形成されてきている。これが農協や行政の支援を受けて農家の農地利用を考えたふん尿処理と活用を可能にしていくものと考えられる。

##### (2) 都市近郊におけるふん尿の活用システムの検討・分業処理と支援システムの確立

###### ①都市近郊酪農におけるふん尿処理システムの形成(荒木報告)

愛知県半田市は都市近郊酪農のため飼養頭数に対する農地面積が相対的に狭小であり、そのため全国的に最も進んだ地域ではふん尿処理システムが存在する。そのシステムは農家段階で乾燥ハウスを使用し水分を落とし、それを集中させて発酵させるメイン施設で完熟堆肥をつくり販売し、独立採算的な運営を行っている。こうした、分業処理システムにより都市近郊のふん尿問題の解決を図っている。

###### ②都市近郊におけるふん尿処理・活用システムの課題(發地報告)

さらに神奈川県伊勢原市にみられるように、都市近郊酪農は、野菜・果樹等の園芸生産農家への堆肥供給源としての存在意義を持っている。このために、環境衛生に配慮したふん尿処理技術と堆肥の流通システムの確立が必要であり、ここでは十分とはいえないが、その努力が見られる。今後は、とくに処理施設に対する行政的支援

と堆肥の流通を円滑に行う地域的な組織づくりを一層充実させていく必要がある。

(3) 首都圏地区における酪農生産と地域生産環境（寺内報告）

わが国の畜産は、1970年代以降急速にその規模を拡大し発展した。しかしながら、その畜産経営は、生産環境の急速な都市化の進展により、地域環境に対して悪臭問題や水質汚濁問題を全国的に引き起こすこととなった。その結果今日では、畜産経営は環境汚染の要因の1つに指摘されるに至っており、また、酪農経営もその例外ではない。

以上の事実認識の下で本研究は、酪農経営が地域環境に及ぼす影響を計量的に明らかにすることを主たる課題として、その解明を試みた。分析対象は、首都圏区域（1都7県169市）であり、分析方法としては、ヘドニック法の分析モデルの応用例の内のローバック(Roback, J.)・モデルを援用した。地代及び賃金のヘドニック価格関数の推計を通じて、酪農用家畜（乳用牛）が環境財として有する経済効果を推定した。その結果、両価格関数とも乳用牛飼養頭数の推計パラメータはマイナスの数値を示し、環境財としての酪農用家畜（乳用牛）は、首都圏区域の各都市において外部不経済効果を有していることが明らかにされた。

(4) 都市酪農におけるふん尿の販売対応・流通システムの検討（泉谷報告）

ここでは、家畜とくに酪農におけるふん尿の市場流通システムの実態を明らかにし、ふん尿販売の意義について検討を行った。家畜ふん尿の販売の意義としては以下の2点があげられる。

①家畜ふん尿の販売においては、集団的な対応への変化が見られた。このような共同化は政策的な補助を基本とし、農家による投資の軽減と、堆きゅう肥の品質の統一、販売ロットの確保、需給の零細・分散性を克服することを可能としている。

②家畜ふん尿販売は、処理ルートの共同化の進展と、処理コストの農家負担の軽減を可能としている。

(5) ふん尿活用の実験的検討（安宅・小阪・菊地・野報告）

①尿施用がアルファルファ単播草地の生育および収量に及ぼす影響

アルファルファ単播草地に対する尿施用の影響は比較的少なかったが、尿施用量が増すに伴い収量および密度は減少する傾向を示し、土壌の交換性加里含有量は顕著に高まった。いまのところ、尿散布によるアルファルファ単播牧草への効果はみられない。ということは、こう

した散布では負の効果が地域環境に与えている可能性が考えられる。

②ふん尿活用システムの実験的検討

ふん尿活用システムに関する実験的研究において、尿施用が牧草飼料成分とサイレージの品質に及ぼす影響では、その影響は牧草により異なったが、化学肥料と尿を混合施用するといずれの単独施用よりも品質の良いサイレージができることを認めた。ふん尿発酵産物の飼料的利用では、民間で用いられている尿培養物のサイレージ添加物としての効果は認められなかった。

(6) 西欧における家畜ふん尿規制法と処理システムの検討（中原・高井報告）

西欧の場合、EUの畜産環境規制の取り組みが興味深い材料を提供してくれる。なぜなら、EU以来の共通農業政策（CAP）の効果が環境規制をもたらしたといえるからである。CAPによる、域内農業保護は、1980年代初頭、ECを農産物輸出に転換させる契機となるとともに、過度の農業生産の集約化が自然環境に深刻な負荷（土壌汚染、水質汚染、酸性雨等々）を与えたからである。

本稿では、EUのなかでも畜産環境規制について、もっとも徹底した、厳しい具体策を講じている、デンマークの事例を中心に分析・検討を加えている。

①共同バイオガス・プラントによる家畜ふん尿の処理（高井報告）

家畜ふん尿の処理は、個々の農業者の責任に帰する。しかし、その処理が大量になる場合、農業者が共同してふん尿をバイオガス・プラント事業に提供し、メタンガスの発酵、製造をおこなうものである。そのさい、食品加工業の廃液や一般家庭の生ごみ等々も同時にバイオガス・プラントで処理しており、同事業の公益性格がよりつよく窺える。ここでは、同事業の技術的・経済的な進捗度合についての興味深い知見が紹介される。

②家畜ふん尿処理の法制的な側面（中原報告）

デンマークの場合、水質汚染防止の規制は環境省の管轄にある。それと連携して、農業省は土地利用（緑地化、輪作体系、施肥計画・肥料計算書の作成等々の義務づけ）の規制に乗り出している。ここでは、環境省、農業省の諸規制の内容と、その実施のさいに採り入れられている、財政支援策について検討を加えている。

以上の事例分析と実験的検討から、ふん尿の処理と活用のシステムについて検討した。

## 5. 提言と今後の課題

ふん尿が地域環境へ負の影響を与え、環境（汚染）問題を引き起こす、あるいは今後早晚引き起こすであろう

と考える酪農家が、北海道においても多いことは、最近の關係する各種調査やわれわれの報告で明らかにしたとおりである。この負の影響を克服し、地域のなかで酪農が存続していくために、ふん尿の処理および活用の方法の検討が緊急の課題であるという認識から本研究が実施された。この調査研究から以下の点を提言すると同時に、今後のわれわれの課題としたい。

1. ふん尿の処理と利用が個別管理と利用の仕組みの形成で対応できる酪農経営においては、処理施設建設のための費用への助成等が必要である。個別で対応できる酪農経営の頭数規模には、一定の限界があると考えられる。つまり搾乳牛頭数規模は地域の諸条件や、家族労働力および経営耕地・草地面積などに規定されるが、個別的な家族労働での対応では一部の地域や酪農経営で限界に到達しつつあると考えられる。このことは、ふん尿の処理と活用とも関連するものである。このような場合には、次にみるような地域的な共同管理・支援システムが必要になる。

ふん尿については、ふんと尿を分離して利用することも考える必要がある。尿の有効利用としての散布・施用では、牧草によっては効果がないものもあると考えられる。しかし、イネ科牧草への曝気と微生物投入などによる「岡部方式」の尿利用は有効利用のひとつのように思われる。ふん尿の有機質・肥料としての活用方法としては、大部分は自らの畑地・草地への散布・投下が中心であるが、都市近郊酪農地域で販売をしているところがある。この販売・流通は個別的な対応と地域的な対応がとられているが、今後はこれも地域的な流通システムを形成していく必要があると考えられる。

2. ふん尿の個別管理や利用が不可能な頭数規模や労働力規模の場合には、地域的な共同管理と利用、あるいは地域的な支援システムを形成することが重要である。このなかに、ふん尿の活用としての販売流通システムも位置付けていく必要がある。道内や先進的な酪農地帯での支援システムの形成が必ずしも順調に進んでいるわけではなく、機能も十分とはいえない。しかし、システムの形成は幾つかの地域で始まりつつある（市川、荒木、發地報告を参照）。また、韓国のモデル的な例としてあげられる安城にある第三セクターの安城営農組合法人もこれにほぼ該当する（資料1を参照）。

3. ふん尿の利用・活用方法としては、完熟堆肥化による畑地・農地への散布・投下（周辺の園芸農家等への販売）というものと、ヨーロッパ・デンマークにみられる共同バイオガスなどの熱エネルギー利用というものとが考えられる（高井、中原報告）。前者の肥料等の効果につ

いては、実験的な方法により検討したとおりである（安宅、菊地、小阪、野報告）。後者は、地域共同バイオガス、その効果と意義等についても検討したとおりである（高井報告）。今後日本・北海道においても、このような活用システムの形成の可能性を十分検討していく必要があると考えられる。

#### 〔資料1〕

韓国安城の安城営農組合法人は、つぎのような方法で安城の酪農家からふん尿を集め、有機質肥料を作っている。それを周囲の園芸農家や果樹農家に販売して、大きな成績を上げている。

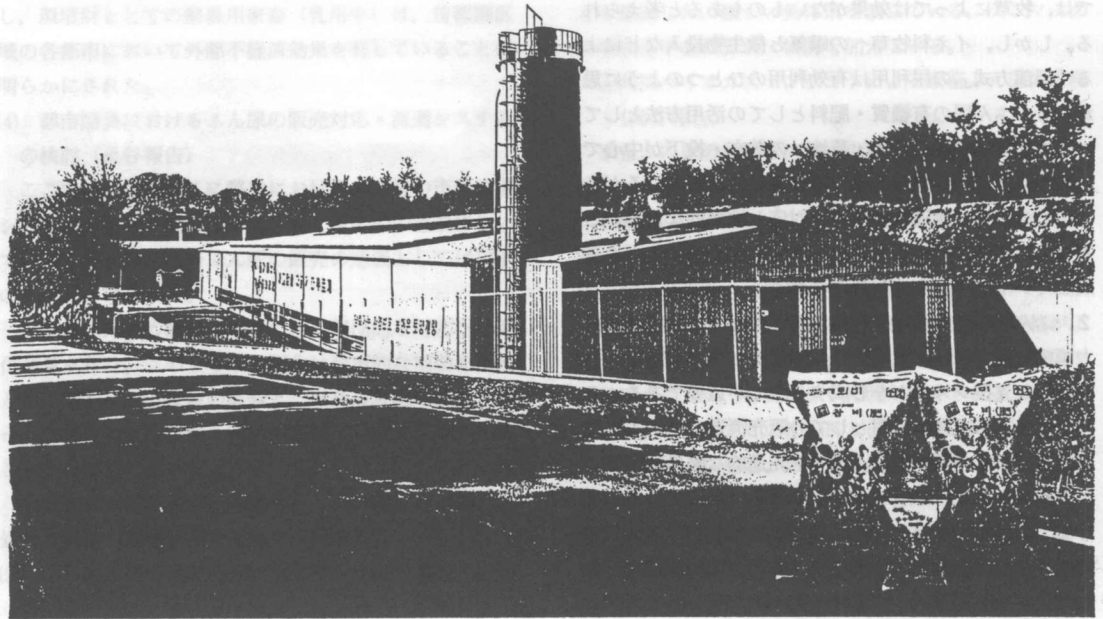


풍·요·로·운·농·촌·의·미·래·를·열·어·가·는

비료생산업허가  
제10-나-1-24호

유기농법전용

# 홍익비료



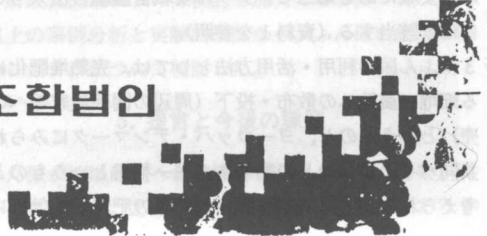
●본사 전경 사진

① 1990년대 초부터 알파알파초토양에서의 생물학적 활성이 증가함에 따라...

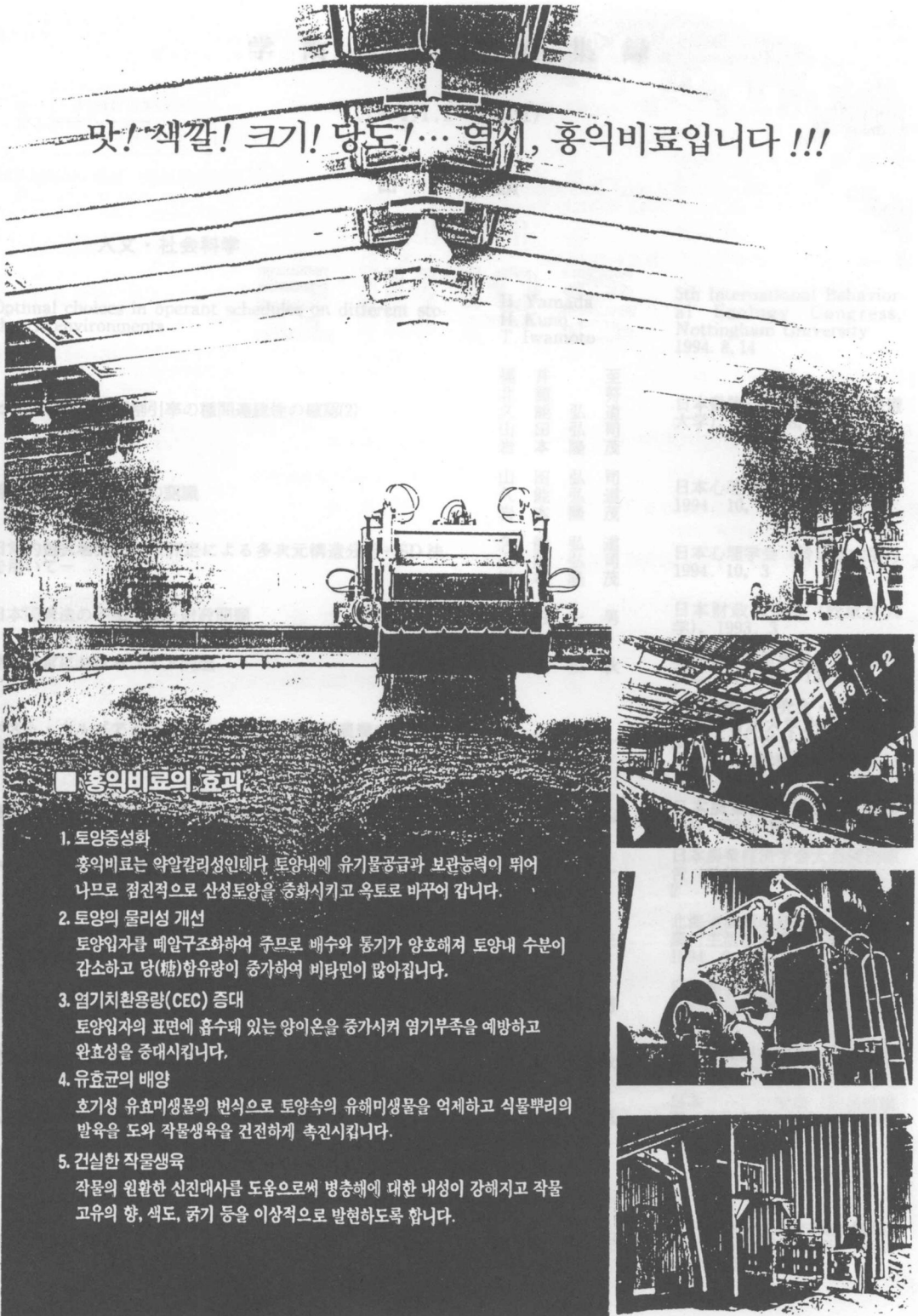
알파알파초토양에 대한 연구는 1980년대 초부터 시작되었습니다. 당시에는 알파알파초토양의 생물학적 활성이 증가함에 따라...

## 안성영농조합법인

안성영농조합법인은 알파알파초토양의 생물학적 활성을 증진시키기 위해...



맛! 색깔! 크기! 당도!... 역시, 홍익비료입니다 !!!



■ 홍익비료의 효과

1. 토양중성화

홍익비료는 약알칼리성인데다 토양내에 유기물공급과 보관능력이 뛰어나므로 점진적으로 산성토양을 중화시키고 옥토로 바꾸어 갑니다.

2. 토양의 물리성 개선

토양입자를 떼알구조화하여 주름로 배수와 통기가 양호해져 토양내 수분이 감소하고 당(糖)함유량이 증가하여 비타민이 많아집니다.

3. 염기치환용량(CEC) 증대

토양입자의 표면에 흡수돼 있는 양이온을 증가시켜 염기부족을 예방하고 완효성을 증대시킵니다.

4. 유효균의 배양

호기성 유효미생물의 번식으로 토양속의 유해미생물을 억제하고 식물뿌리의 발육을 도와 작물생육을 건전하게 촉진시킵니다.

5. 건실한 작물생육

작물의 원활한 신진대사를 도움으로써 병충해에 대한 내성이 강해지고 작물 고유의 향, 색도, 굵기 등을 이상적으로 발현하도록 합니다.

