解説

農林業が我国の環境保全に果たしてきた役割

本 間 慎 *

1. はじめに

日本における自然環境は、自然環境を軽視したリゾート開発などによって破壊が進行している。ゴルフ場の設置をみても全国に1,600か所もあり¹⁾、開設中やその計画のあるものも含めると2,000数十か所に及び、農薬汚染問題も含めてゴルフ場問題は国民の関心事となっている。また、輸入食糧品をみても毎年増加し、我国の食糧品輸入額（'88年度）は前年比31.0%増の309億ドルと前年の伸び率（14.0%）の2倍以上となり、'86年に200億ドルのラインを超えて以来わずか2年で300億ドルラインを突破した²⁾。それによって国民一人当りの食糧消費量の4.5カ月分は輸入食糧品に依存しているという³⁾。

さらに、輸入木材は我国の木材需要の $\frac{2}{3}$ を占めているといわれている⁴⁾。

以上のことからわかるように、リゾート開発による自然破壊、輸入食糧品や輸入木材の増大によって日本の農林業はまさに危機的状況を迎えている。にもかかわらず「日本に農業はいらない」輸入食糧品でまかなえばよい。その方が経済的であるとする意見がある。果たしてそうであろうか。日本の自然が破壊され、農林業が衰退していくなかで、農林業がその生産物を健全に生産する過程で自然環境を保全する莫大な機能を有していることが国民の間にも認識されつつある。農水省は農林業がもつ環境保全機能をして貨幣価値であらわすならば約37兆円の価値を有すると試算している。つまり、農林業はその生産物を生産する過程で国家予算の約 $\frac{1}{2}$ に相当する公益的価値を生みだしているのであり、日本に農林業なかりせば莫大な国家予算を支出しなければならないのである。農林業は目先の経済効率のみに目を奪われると大変なしっぺ返しをうけ

ることとなる。ここに工業と農業の本質的な相違があるのである。

以下、農林業が我国の環境保全に果たしてきた役割の2、3の例について述べたい。

2. 農林業のもつ環境保全機能

(1) 耕地、森林生態系

農林業のもつ環境保全機能を理解するためには、われわれが住んでいる地球環境のなかでの物質循環がどうなっているかを考えてみる必要があろう。

地球自身1つの運動体であり、その過程で生命が発生し、進化し、人類が誕生し、そして現在の地球が存在する。生物圏においてもエネルギーの流れ、物質循環が伴っている。これらを研究対象とする科学に生物地球化学や社会地球化学がある。また、ある地域のすべての生物群集とその生活に関与する無機的環境を含めた系を生態系(ecosystem)という。便宜的に都市地域のそれを都市生態系、農山村地域のそれを耕地生態系、森林生態系という場合がある。

いずれにしても、生態系を機能的にみれば4つの要素に分けられる。

- (a) 気候や土壌などの無機的環境
- (b) 緑色植物などの生産者
- (c) 動物などの消費者
- (d) 細菌や菌類などの分解者

であり、これらの食物連鎖を通してエネルギーは流れ物質は循環し、安定した系が成立している。たとえば、耕地生態系の特徴は人為的な系であり、耕地の生物群集と環境を一つのまとまりとみた生態系で人間の強い管理下におかれた系であることである。つまり、限られた作物種の群落を形成させ、他の生物の侵入を極力排除し、しかも収穫物は系外へ持ち去ることを目的としているものであるから生態系の維持には特別な配慮が必要である。

*東京農工大学農学部環境・資源学科教授
Shin HOMMA

図-1 耕地生態系-1790年代
松尾(1974) 一部改変

図-2 近代化された耕地生態系(1970年代)(松尾1974)

かつての耕地生態系は図-1に示すように⁵⁾, 耕地で栽培, 飼育された作物や家畜は農民によって収穫され, その収穫物の一部は近隣の都市の食糧として系外へ持ち去られるか, 農民人口の圧倒的に多かった時代では収穫物の多くは農民によって消費され, また, 都市からのし尿も農地に還元されたので耕地生態系は自然生態系に似た物質循環系を維持し, 環境は保全されていた。

ところが, 近代工業の発展にともなって農林業の分野もその影響をうけ, 近代技術が導入されると同時に工業的発想も導入された。とくに, 20世紀後半の近代化された農業では化学肥料, 合成農薬などの化学製品の多投, 農業機械やビニール製品などのさまざまな工業製品が耕地生態系外から導入された⁵⁾。それによって生産量は増大したが, 生産量を倍増するためには10倍のエネルギーの投入が必要だといわれている。したがって, 生産物のエネルギー量よりも多量のエネルギーを投入しているのが現状である。しかも, 多量の農林産物は系外の都市へ流出している。耕地への工業製品の導入によって農業の中から非生物的廃棄物が多量に排出され, し尿も耕地に還元されなくなった。耕地生態系の物質循環は乱れ, むしろその循環を阻害するようになり, 図-2に示すように⁵⁾, 農業の生産活動が水質汚濁などの公害発生源となっている場合もみられる。

(2) 農林業のもつ環境保全機能

都市に人口が集中し, 都市から自然が消失しつつあるなかで, 農林業がその生産活動を通して環境を保全する機能の高いことが都市住民からも認められつつある。

他方, 農林業の工業化は農林産物の高い生産性をもたらしたが, 同時に農山村地域の生態系を攪乱, 破壊する一因ともなっているのではないかと批判もある。エネルギー多投による高い生産性を求めながら生態系を維持することはむずかしい課題である。その解決の一方法として, 今後の農林業は生態系を保全しながら生産性向上の在り方を模索する必要がある。そのためには最大生産性より最適生産性への発想転換がせまられるかも知れない。とくに, 急峻な山脈と降雨量年間約1,600mmといわれるモンスーン地帯にある我国の農林業の存在理由は, 農林産物の供給と同時にその生産活動を通して日本の自然環境を保全する公益的価値の高いことにあるといえることができる。その価値を政策に反映させることが, いま望まれている。

(i) 農林生態系の環境保全機能

表1に武内ら(1987)⁶⁾の区分けを示した。大きく分けると次のようになる。

- (a) 生物資源保存機能
- (b) 国土保全機能
- (c) アメニティ維持機能

さらにそれらを2つのレベルの機能に再区分している。最下位のレベルごとの評価はそれぞれ具体的な場所や都市住民か, 農山村住民か, または個人によって異なるであろうが, 列記された機能を農林業が有していることは衆目の一致するところであろう。

農林業そのものは, 自然生態系に手を加え, 改変した生態系ではあるが, 一つのまとまりのある生態系の維持を指向してきたのであり, そのなかで人間生存の豊かさ, 快適さを求めてきた。逆にいえば, 農林業は人間生存の豊かさのためにあるものであり, それは自然

表1 農林業がもつ環境保全的機能の体系
(武内ら1987)

【生物資源保存機能】	
遺伝資源保存機能	1. 野生遺伝資源保存機能
	2. 品種保存・改良機能
野生生物保護機能	3. 野生動物保護機能
	4. 野生植物保護機能
	5. 土壤微生物保護機能
生態系維持機能	6. 耕地・林地生態系維持機能
	7. 水界生態系維持機能
【国土保全機能】	
土地保全機能	8. 地力維持機能
	9. 土壤侵食防止機能
	10. 土砂崩壊防止機能
	11. 物質分解・汚染物浄化機能
大気保全機能	12. 大気浄化機能
	13. 大気組成調節機能
水環境保全機能	14. 水源涵養機能
	15. 地下水涵養機能
	16. 水質浄化機能
【アメニティ維持機能】	
居住環境保全機能	17. 景観保全機能
	18. 防風・防塵・防砂機能
	19. 遮光・照り返し防止機能
	20. 温度・湿度調節機能
	21. 災害避難場所としての機能
	22. 騒音防止機能
	23. プライバシー保護機能
保健休養機能	24. レクリエーション的機能
	25. 自然・情操教育機能
	26. 精神安定化機能
	27. 郷土感醸成機能
	28. 季節変化を確認させる機能

環境をも含めてのはずである。だとするならば、農林業はその原点に立って国民的合意を得なければならないだろう。そのためには、表1に示した要因を総合的に検討し、各地域の特性、特質を生かした農林業、農村環境システムの構築を考慮しなければならない。

(ii) 農水省の農林地の公益的機能の評価

農林業のもつ公益的機能の価値についてはいくつかの例があるが表2に農水省の試算を示した⁵⁾。

農林業が高い環境保全機能をもっていることは多くの人々が認めるにしてもそれは観念的なものであった。農水省は1980年に農用地および森林の有する公益的機能を貨幣価値で試算した。それによれば評価額の高いものに、土砂流出防止、水資源涵養、保健休養などがある。これらを総計すると、年間、36兆6200億円になるという。この評価額は我国の国家予算の1/2にも相当する額である。いかに農林業のもつ公益的価値の高いかが理解されよう。このことを抜きにして輸入農林産

表2 農用地および森林の有する公益的機能(試算)

(55年度, 単位: 億円/年)

	農用地 評価額	森 林 評価額	評 価 の 概 要
水 資 源 涵 養 (洪水調節を含む)	8,500	35,000	水田または森林土壌の貯水能力(水田560億t, 森林2,300億t)を, ダムで代替した場合の評価額
土 砂 流 出 防 止	1,000	51,800	農地または森林により抑止されている土砂流出量(農地1.1億m ³ , 森林57億m ³)を, 砂防えん堤で代替した場合の評価額
土 壌 崩 壊 防 止	—	1,200	森林により抑止されている崩壊砂量(1.3億m ³)を, 砂防えん堤で代替した場合の評価額
土 壌 による 浄 化	1,400	—	耕種農家による畜産廃棄物等の農地還元量(1,700t)を都市ゴミ収集経費により評価した額
保 健 休 養	2,300	34,300	農地を緑地空間として最小限維持する費用および観光農園, 森林レクリエーションに消費された費用により評価した額
野 生 鳥 獣 保 護	—	10,200	森林の鳥獣生息を推計し, これによる虫害防除費, 材質低下損害費の軽減額により評価した額
酸素供給, 大気浄化	108,500	112,000	農作物または森林の酸素供給量を市販酸素価格で評価した額
小 計	121,700	244,500	
合 計	366,200		

資料) 農林水産省大臣官房企画室資料。

物を増やし、日本の農林業を衰退させた方が経済的であるとする主張は日本の農林業の一面しかみていない考え方であるといえよう。

つぎに洪水時における農林地の貯水機能についてふれてみたい。

3. 農林地の治水機能

(1) 水田のかくされた機能—治水機能—

水田は日本全国に分布しており、巨大なダムでもあるといわれている。我国は年間降雨量が1,650mmに達し、モンスーン地帯である。しかも急峻な山脈をもち温暖な気候の我国にとって水田稲作はそれにマッチした農業である。それは降った雨を一時貯留し、徐々に地下へ浸透させ、豊富な地下水を涵養する。また、洪水期には、水田がその多量の雨水を貯え、洪水を防ぐ。それはどれだけの経済効果をもたらしてきたのであろうか。

志村(1982)⁸⁾の試算によれば、水田の雨水貯留機能は、水田面積と畦畔の高さで決まる。いま、日本の水田面積を300万haと仮定し、そのうちの1/2は畦畔が30cm(圃場整備田)、あとの1/2が10cm(圃場未整備田)とすると、雨水の貯留可能容量は合計で60億トンとなる。すべての水田について圃場整備が行なわれれば90億トンとなる。しかし、水田は稲作中3cm程度は常時湛水されているので、この量が9億トンである。したがって、前者の値からこの量を差し引いた量が雨水貯

留可能量である。すなわち、前者の場合、51億トンであり、全水田が圃場整備されれば81億トンとなる。

この量がどの程度の意味をもつかを志村（1982）⁸⁾は1980年当時の全国のダムの貯水容量と比較している。

すなわち、我国の洪水調節目的をもつダム数は、多目的ダム178、洪水調節用専用の治水ダム4の計182である。それらの洪水調節容量の総和は24億トンであるという。

いま、水田面積の $\frac{1}{3}$ を減田する必要があるといわれているが、この量が完全にその機能を失えば27億トンに相当する雨水貯留機能を失うことになる。この27億トンは現在のダムの洪水調節容量に匹敵する量である。

現在、水田のもっている51億トンの治水機能をダム建設で補うとすると、どの位の費用がかかるだろうか。

永田（1988）⁹⁾の試算を表3に示した。ダムの建設費はダムの容量が同じでも地質、地形、型式、用地費、補償費等が異なるのでその費用にはバラツキがある。トン当たりの建設費の治水負担額（1980年価格）は900円～1,500円の間にあるので、その中位の1,200円を採用するとその額は51億トンの場合6兆1,200億円、圃場整備が完了したときは81億トンであるから9兆7,200億円となる。これを1カ年当りの償却費（耐用年数80年）、建設費利子（年利率6%）、維持管理費（建設費の2.5%）の合計額は5,967億円となる。これが日本にある300万haの水田が米の生産過程で生んだ公益的価値であり、10a当たり約2万円に相当する。なお、全国の水田が圃場整備を完了したときは、9,477億円で10a当たり約3万1千円となる。この額を農民は無報酬で国民に提供しているのであり、水田なかりせばこの額に相当する金額を治水対策費として国家予算に計上しなければならないのである。

〔その事例〕

千葉県市川市では、近年急速に都市化が進行し、1960

年、市内水田面積1,296haから1975年には279haと $\frac{1}{5}$ に減少した。そのため豪雨期には宅地が冠水し、大洪水に見舞われた。その治水対策として120億円の用地買収費を使って16haの調整池がつくられた。それだけでは不十分であり、同市の治水対策費は1986年20億円、1990年、42億円で同市の全予算に占める割合は前者2.5%、後者4.7%で当初より増加している。

同市では治水対策として「水田等の遊水機能保全対策」として河川の土手や道路より低い所にある水田、畑、樹園地等を対象に所有者と協定を結び助成金を支払っている。その額は、水田55円/㎡/年、畑等45円/㎡/年であり、契約面積1968年48ha、1990年52.5ha（うち水田45ha）である。畦畔30cmとすれば水田だけでも13万5千トンの雨水を貯留することが可能である。それに支出する助成金の総額は、約2,600万円で調整池の土地買収費120億円（耐用年数80年とした場合、償却費だけでも年間1億5千万円）にくらべれば少額であるばかりでなく、都市農業を維持することによって「みどり」の空間を確保し、住みよい居住環境を維持するうえからも高く評価されねばならないだろう。

同様なことは埼玉県草加市でも行なわれている。

(2) 水田以外の治水機能

志村（1986）⁸⁾によると、森林の貯水機能については、とくに、森林土壌のもつ貯水機能であり、その容量は土壌中の粗間隙率に依存するので、母材の地質によって異なるが火山灰や花こう岩類では20%をこえるが、第三紀層では14%程度とされている。一般に森林土壌の粗間隙率は17.6%とされている。森林土壌の有効土層を1mとすると、単位面積当たりの貯水可能高は176mmとなる。これに森林面積2,520万haをかけると、444億トンとなる。

畑の場合の粗間隙率は平均20%とし、有効土層厚を

表3 水田の雨水貯留機能で節約されたダム建設費の試算結果
(昭和55年価格換算)

	水田貯水 容積	トン当 り建設 費の治 水負 担額	水田の貯 水容量に 相当する ダムの建 設費	左のダム の年当 り償却額	左のダム の建設費 年利	左のダム の年当 り維持 管理費	年当 たりの ダム建 設費
	①	②	①×②=③	③÷80年 =④	③×0.06 =⑤	③×0.025 =⑥	④+⑤+⑥
現 在	億 t 51	円 1,200	億円 61,200	億円 765	億円 3,672	億円 1,530	億円 5,967
全国の水田で 圃場整備が完 了した時	億 t 81	円 1,200	億円 97,200	億円 1,215	億円 5,832	億円 2,430	億円 9,477

30cmとすると、単位面積当たりの地中貯水高は60mmとなり、これに畑地面積240万haをかけると、14億トンとなる。

牧草地、原野については、有効間隙率10%、土層高10cmとすると、単位面積当たり貯水高は10mmである。採草、牧草地20万haでは0.2億トン、原野40万haでは0.4億トンとなる。以上、水田、森林、畑、牧草地等の農林業の私的生産活動を通しての貯水容量は540億トンである。その割合は森林82.3%、水田15.0%、畑2.6%、牧草地0.1%である。

いまで農林地のもつ豪雨期の貯水容量についてみてきたのであるが、あらためてその役割の大きいことが理解される。水資源の涵養という点からみれば、表2の農水省の試算のように貯水能力は水田560億トン、森林2,300億トンという莫大な資源を農林地は確保していることとなるのである。

しかし、我国の農林地の減少は表4に示したように顕著である。とくに、農地、原野、採草放牧地の減少が大きく、それに対し住宅地、道路、事務所・店舗その他が増大している。

最近、各地でゴルフ場の建設が進行しているが、ゴルフ場は排水をよくする構造を有しているために、図-3¹⁰⁾に示したように山林にくらべて直接流出量が圧倒的に大きいことが問題となろう。

今後、個々の地域の集水域における農山村地域と都市域における水文字的な調査、研究を行ない、その結果にもとづいた農山村計画、都市計画の在り方の検討が待たれているところである。

図-3 山林とゴルフ場の年間水収支(福嶋ら, 1988)

(3) 水質浄化機能

地球上に存在する多くの元素は、土壌-水-大気-生物の各圏を循環し安定な系を形成している。この系が乱れると自然環境に大きな影響を与える。いま、生命物質として重要な元素の1つである窒素の森林、耕地の各生態系での流れについてふれてみたい。

その概要は図-4に示した¹²⁾。図には簡略化して窒

図-4 農林生態系における窒素の流れ(本間, 1990)

表4 わが国の国土利用の変遷(門司, 1984)

	1965	1972	1975	1978	1981		増減面積 (65~81) 10 ⁴ ha
	10 ⁴ ha	10 ⁴ ha	10 ⁴ ha	10 ⁴ ha	10 ⁴ ha	構成比%	
森林	2,516	2,523	2,518	2,528	2,524	66.8	+8
原野	64	56	41	37	33	0.9	-31
農地	41	26	18	17	15	0.4	-26
農地	602	573	557	549	544	14.4	-58
住宅地	69	88	94	104	109	2.9	+40
事務所・店舗等の宅地	7	10	13	16	18	0.5	+11
工場用地	9	13	15	14	15	0.4	+6
道路	82	91	97	102	105	2.8	+23
その他	270	282	309	295	300	7.9	+30
水面・河川・水路	111	112	113	114	115	3.0	+4
計	3,771	3,774	3,775	3,776	3,777	100.0	+6

素の input と output の量だけを示した。森林生態系への窒素の input の殆んどは雨由来で $5.5\text{kg}/\text{ha}/\text{年}$ と少ないが output の量は顕著に少なく $0.6\text{kg}/\text{ha}/\text{年}$ であり、溪流に流出する量は output の 11% 程度であり、雨水は浄化されている。

畑地の場合は窒素の input が大きい、output も大きく、input の 26.7% が流出する。

水田の場合の output は input の 11.6% で畑地のその $\frac{1}{2}$ 程度である。とくに、浸透水としての窒素の流出は input の 3% 程度で顕著に浄化されている。

このことから窒素の各生態系外への流出を防止する方策を考えると同時に集水域に森林→畑地→水田が系をなしていることが望ましい。

また、窒素のみならず集水域内における各生態系内の物質の挙動、収支や循環に目を向け、その許容量を超える物質の流入、流出はこの循環系を破壊し、生態系を攪乱することになるので十分な注意が肝要である。

4. お わ り に

ややもすると農林業はその生産物を生産する価値のみであると思われてきた。だから食糧や林木は安価であれば外国から輸入すれば良いではないかという主張もなされるのであろう。しかし、いままで述べてきたように農林業はその私的生産活動を通して環境を保全してきたのであり、その評価を金額であらわせば約 37 兆円との試算もあるのであり、この点が工業活動と本質的に異なる点である。従来からの工業活動はその活動を通してむしろ公害をもたらす、自然を破壊してきた。

輸入農林産物は年々増加している。それによって日本の農林業は危機的打撃をうけ、農山村から青年が都市へ流出し、農山村は過疎化と老令化が進行し、農山

村の自然は荒廃化しつつある。他方、輸入食糧品の増大と都市人口の増加によって尿やその廃棄物のほとんどは農地に還元されることなく焼却されたり、処理場の汚泥は埋立てられたりして環境へ負荷をもたらす河川、湖の富栄養化の一因をなしている。

EC の LFA (Less-Favoured Area: 山岳および劣等地) 政策¹³⁾、すなわち、農業を継続させることにより、必要最小限の人口を維持し、あるいは田園を保護するための政策は日本農業ならびに日本の自然環境の保全を考えるうえで大いに参考となろう。

参 考 文 献

- 1) 谷山鉄郎：恐るべきゴルフ場汚染、合同出版、p.11-14、1990。
- 2) 日本貿易振興会：農林水産物の貿易、1989年版p.99-100、1989。
- 3) 港湾労働組合・港湾関係物流実態調査研究会：恐るべき輸入食品、p. 20-25、合同出版、1986。
- 4) 黒田洋一、フランソワ・ネクトウ：熱帯林破壊と日本の木材貿易、p.54、築地書館、1989。
- 5) 松尾孝嶺：環境農学、p.111-113、農文協、1974。
- 6) 武内和彦：環境保全機能と農村環境システムの再編、p. 2-6、環境情報科学、17(4)1988。
- 7) 農林水産省大臣官房企画室資料。
- 8) 志村博康：水田・畑の治水機能評価、農業土木学会誌、25-27、1982。
- 9) 永田恵十郎：地域資源の国民的利用、p.92-108、農文協、1988。
- 10) 福嶋義宏、鈴木雅一、武居有恒：芝生地の森林地に対する水文特性の相違、p.4-13、新砂防、40(5)、1988より石田紀郎がまとめて作図した(ゴルフ場問題を考える資料集p.34-38)。
- 11) 門司正三：集水域研究——今後の問題と方向、陸水と人間活動、p.310、1984。
- 12) 本間 慎：第16回日本環境学会予稿集p.66、1990。(岩田進午：土を科学する、NHK、1989を参考にして作成した)。
- 13) 和泉真理：英国の農業環境政策p.30、富民協会、1989。

環境大気概説 (改訂版)

編 者：新良宏一郎

著 者：新良宏一郎・宗森 信

熊澤 安正・玉置 元則

A 5 判 170頁 定価1,500円 (送料 300円)

発行 環境技術研究協会/〒530 大阪市北区天満 2-1-20 TEL 06-357-7611

大気汚染科学の周辺には、開発と環境汚染の問題をはじめとして、成層圏大気の汚染、酸性雨、緑と環境、国連の提唱する快適環境の創造など問題は山積している。

本書はこれらに対応し、大気汚染の歴史、環境基準、大気汚染防除技術、分析法、大気化学、大気拡散など、これまでに分っていることをできるだけ平易に解説して、今後この分野で活躍しようとする人達の教科書または参考書として役立てるよう編集されたものである。なお本書は昭和60年5月初版のものを一部改訂されたものである。