

# 新アグリシステム：第1次産業のイノベーション

## New Agrisystem: Innovation for Primary Industries

大政謙次

Kenji Omasa

東京大学大学院農学生命科学研究科 〒113-8657 東京都文京区弥生 1-1-1

The University of Tokyo, Graduate School of Agricultural and Life Sciences

Yayoi 1-1-1, Bunkyo, Tokyo 113-8657, Japan

### ABSTRACT

In this paper, trilemma problems among population, food and environment were showed, and an approach for innovation of primary industries as a new agrisystem was described. In Japan, it is necessary to improve self-sufficiency and cost in the food production. Furthermore, measures should be taken to deal with aging and underpopulation in rural area, needs for consumers, food safety, simplification in food circulation and environmental problems in farmland and regional area. Therefore, it is necessary to construct a new agrisystem, in which primary, secondary and tertiary industries are combined, and to grow center firms for innovation by cooperation of industry, university, and government.

**Key words :** Agrisystem, Environment, Food, Innovation, Population, Primary industry

### 1. はじめに

世界の人口は、国連の世界人口白書（2003年度版）によると、1年間に9000万人増加し、63億人に達している。また、2050年における人口予測は、エイズ禍の拡大で、昨年度版に比べて4億人程度下方修正されたが、89億人に達し、その後も増加傾向が続くと予測されている。このため、食糧問題は、人口増加が著しい開発途上国だけでなく、先進国においても重要な問題である。特に、我が国の食糧自給率は、熱量換算で40%、穀物で27%と世界の主要先進国の中で最低であり、食糧安全保障の問題として、自給率の向上が求められている。さらに、主食物（穀物）である食糧だけでなく、野菜類や果実類、肉類、魚介類などを含めた食料としての自給率の向上が求められる。

このように、世界的にみても、我が国においても、食料（あるいは食糧、以後食料を使用）問題は、解決すべき重要な問題であるが、増産のための生産場の拡大が、森林

破壊や砂漠化、海洋汚染などの地球規模の環境問題を引き起こす。我が国には世界各国からのマテリアルフローが集中し、また、農耕地での過度の肥料や農薬の使用が、湖や沿岸域の富栄養化や汚染の問題を引き起こしている。さらに、生産年齢人口の減少が、地方において顕在化しており、特に、第1次産業においては、後継者問題が深刻な問題になっている。また、食料の安全性や消費者ニーズへの対応も重要な問題である。そこで、ここでは、このような問題を解決していくための我が国における第1次産業のイノベーション（Innovation）、即ち新しいアグリシステムについて考えてみる。

### 2. 人口と食料と環境のトリレンマ

図1は、人口と食料と環境問題の相互関係を図示したものである。世界人口の増加は、食料需要を増加させる。このため、食料増産が必要となるが、過度の生産は、土壌や水質などの環境劣化を引き起こし、また、砂漠化や地球温

暖化、湖沼や海洋の汚染などの問題を生じさせる。このような環境の変化や劣化は、食料の生産性を低下させ、食料の需給関係にアンバランスを生じさせる。

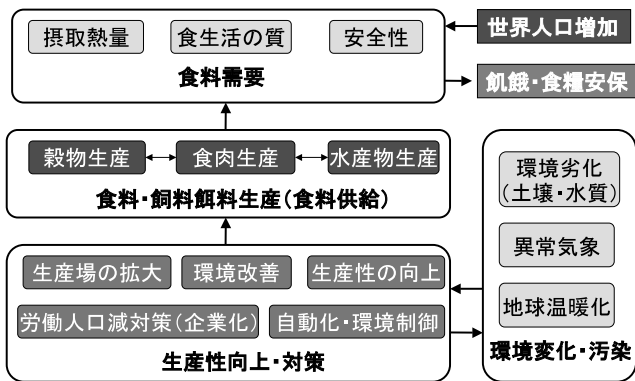


図1 人口と食料と環境問題の相互関係

図2は、世界全体と途上国における人口と穀物生産の2000年比の増加率予測を示したものである。人口に比べて穀物生産の増加が大きく、この図からは、食料問題が顕在化するにはみえない。この増産の原因は、耕地面積の拡大に加えて、生産性の向上に依存するところが大きい。小麦や米、トウモロコシなどでは、耕地面積の拡大以上に、生産性の向上が期待されている。

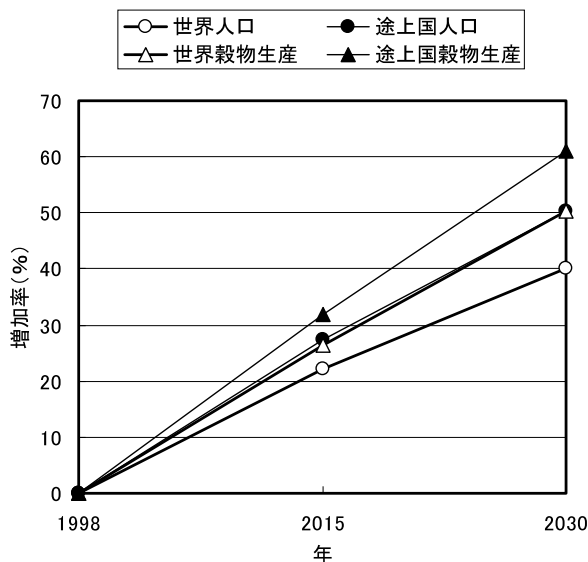


図2 世界全体と途上国における人口と穀物生産の2000年比の増加率予測

ところで、国連食糧農業機関 (FAO) の統計データなどをみると、各国の人口一人当たりの摂取熱量は所得に依存して増加する。しかし、穀物消費量は飢餓に瀕している場合を除けば所得には依存しない。最貧国では、動物性の摂取熱量はほとんどないが、所得が増加するに従って、動物

性に依存する割合が大きくなり、先進国では、動物性のものが、植物性の1/3程度にまで達している。熱量換算で、最貧国では1日一人当たり1500~2000カロリー、また、米国などの富裕国では3500カロリーを超える熱量を摂取している。所得の増加に伴う動物性の摂取熱量の増加は、脂肪やタンパク質の摂取量の増加をもたらす。このため、これらの摂取量も最貧国と富裕国では数倍程度の差がある。

表1に、肉類生産のための必要穀物重量比と土地生産性を示す。牛肉を生産するのに、トウモロコシ重量比で7倍、羊、山羊、豚肉では4倍、鳥肉でも2倍の飼料が必要になる。このことは、世界の開発途上国の人々が、より豊かな生活、即ち食糧だけでなく食料を求められるようになると、図2で述べた穀物ベースでの需給関係が崩れることを意味する。耕地の生産力を超えた過剰な生産は、土壌劣化による砂漠化や森林消失による温暖化の問題を引き起こす。例えば、中央アジアでの灌漑によるアラル海の干上がりや塩類集積の問題は、不可逆的ともいえる生産性の低下をもたらしている。また、アメリカでも、灌漑のための地下水の過剰な汲み上げが深刻な問題になっている。長江を堰き止めた三峡ダムは、水資源の確保のためではあるが、ダムへの土砂の堆積など将来に問題を残している。半乾燥地における過放牧や薪炭材伐採の問題、熱帯林などの焼き畑の問題なども深刻である。不可逆的な生産性の低下は、需給のバランスを将来大きく崩す可能性を秘めている。

表1 肉類生産のための必要穀物重量比と土地生産性

種類	トウモロコシ重量比	土地生産性
牛肉	7倍	16.3m <sup>2</sup> /kg
羊・山羊肉	4	9.3
豚肉	4	9.3
鳥肉	2	4.7

表2は、先進各国の熱量換算と穀物の自給率の変化を示す。各国の1970年と1998年(我が国は1999年)の自給率を比較すると、日本以外の国の自給率が上昇していることがわかる。イギリスやスイスは、1970年には我が国よりも遥かに自給率が低かったが、現在はその値が逆転している。ドイツは我が国と同じ程度であったが、現在は完全な自給国になっている。フランスは、小麦などの輸出国である。なお、世界の小麦やトウモロコシなどの穀物の輸出国は、アメリカやカナダ、オーストラリアなどの一部の国に限られている。

表2 先進各国の熱量換算と穀物の自給率の変化

国名	熱量換算自給率		穀物自給率
	1970	1998	
オーストラリア		309	341
カナダ		159	155
フランス	114	141	201
アメリカ	105	132	140
ドイツ	68	100	125
スウェーデン		90	118
イギリス	47	78	107
イタリア		77	88
オランダ		66	24
スイス	48	60	68
日本	60	40 (1999)	27(1999)

我が国の食料の自給政策は、米を中心に行われてきた。このため、米の自給は確保されているが、他の食料の自給率は年々減少している。小麦や大豆の自給率は5～10%であり、牛肉や果実で30～40%、魚介類で50%程度である。近年、野菜なども近隣諸国からの輸入が増加している。今後、開発途上国の食生活の質が向上し、また、環境問題などにより生産適地の拡大が減少すると、先に述べたように絶対量の不足が生じる可能性がある。このため、他の先進各国と同様に、将来における自給率の確保が必要となる。それと同時に、食生活の質の変化や安全性に対する対策も必要となる。

一方、国立社会保障・人口問題研究所の報告(中位推計)によれば、我が国における人口は、少子化のために、2006年に、1億2千8百万人弱で最大になり、その後減少に転じ、2050年にはおおよそ1億人、2100年には7千万人弱になると予測されている。また、15～64才の生産年齢人口でみると、1990年代に既に減少に転じており、2000年で68%(全人口比)、2050年には54%の5千4百万人に減少すると予測されている。この生産年齢人口の減少は、地方では既に顕在化しており、特に、第1次産業において、後継者問題として、深刻な問題になっている。将来の生産年齢人口の減少は、さらに深刻な問題になっていくことが予想され、このままでは、我が国の食料生産にも重大な影響を及ぼす。

### 3. 新アグリシステムの構築

上述の人口(世界人口の増加と我が国における生産年齢人口の減少)と食料(食糧安保、食生活の質、安全性)と環境(環境変化や汚染)のトリレンマ問題の解決のためには、産業のイノベーションが必要となる。ここでは、我が国の第1次産業におけるイノベーション、即ち、農業だけ

でなく林業や養殖漁業を含む新しいアグリシステムの姿について考えてみる。

イノベーションの概念は、経済学者であるシュンペーターによって提唱されたが、我が国では、技術革新という意味で用いられることが多い。しかし、本来の意味は、生産技術の革新だけでなく、新商品の導入、新市場、新資源の開拓、新しい経営実施などを含む概念であることから、第1次産業のイノベーションを考える場合にも、当然のことながら他の産業のイノベーションと併せて考える必要がある。

図3は、この考え方を第1次産業におけるイノベーションに当てはめたときの概念図である。第1次産業は、本来、農業や林業、水産業などの直接自然に働きかける産業である。これは、図3における生産分野の一部とみることができ。しかし、第1次産業の活性化のためには、第2次産業や第3次産業とのさらなる融合が必要である。本特集の他稿では、第1次産業と第2次産業とを合わせた1.5次産業化について述べられているが、図3は、これに第3次産業をも含めて概念図として表したものである。即ち、第1次産業の(1+2+3)次産業化である。現在、第1次産業における就業者の高年齢化と後継者不足により、従来の第1次産業の相続による就業形態を変えるべき状況にきている。図3には、生産と流通と消費の中心に、中核企業を描いているが、これは、第1次産業のイノベーションを、中核企業を中心に推進していく必要性を示している。中核企業は、生産と流通、消費に関する情報の収集と発信、新製品や新市場の開発、新しい生産・流通システムの構築、人材のトレーニングとネットワーク化など、イノベーションの中核たる役割を担っている。

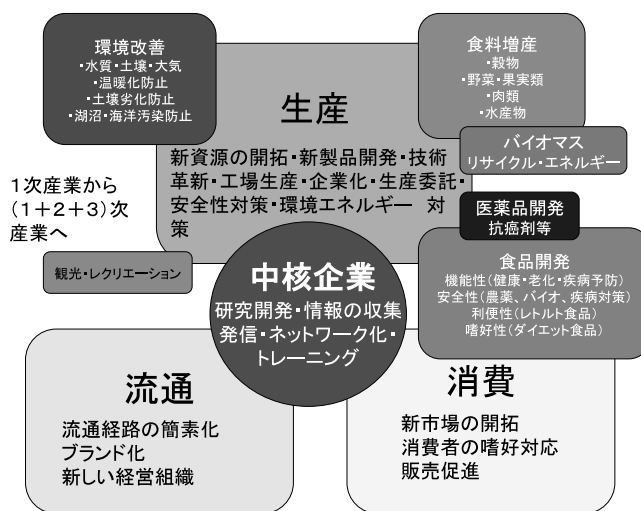


図3 第1次産業におけるイノベーションの概念図

先に述べたように、我が国における食料問題は、食料の絶対量の確保、即ち自給率の向上とともに、食品の安全性や消費者ニーズへの対応が重要である。最近話題になっている安全性の問題には、狂牛病や食品における残留農薬、遺伝子組換え作物などがある。狂牛病は、牛海綿状脳症(BSE)とも呼ばれ、プリオン病の一種であるが、これは、肉骨粉などのリサイクル型の飼料に含まれるBSE病原体となった異常プリオンタンパクにより発症する。我が国では、現在、全頭検査をしているが、従来、発病しないといわれていた30ヶ月以下の牛でも異常がみつまっている。また、牛の問題がマスコミにでることが多いが、羊などの他の家畜でもプリオン病は存在する。これらの家畜を原料とする製品は、食肉やミルク、焼き肉用の内臓以外にも、加工食品、医薬品、化粧品、医療材料などに使用されている。また、残留農薬の問題は、最近、中国などからの輸入農産物に高濃度の残留農薬が検出されたことから問題になったが、我が国でも、比較的高濃度の残留農薬が検出されることもある。遺伝子組換え技術は、食料や飼料の増産のための有力な方法として期待されているが、我が国ではまだ安全性について国民的なコンセンサスがとれておらず、食品としてのアレルギーがある。これらの問題に対しては、現状で考えられる対策を講じて、将来、問題が起こる可能性を完全に否定することはできないところに、食品の安全性管理の難しさがある。このため、生産から消費までのトレーサビリティを確保し、問題が発生した場合に迅速に対応できる体制をとることが重要である。消費者ニーズの観点からみると、機能性食品やレトルト食品、嗜好性食品などの開発、さらに、医薬品開発などは、生産物の付加価値を高める。また、消費者の年齢層を考慮した食品の開発が必要であり、独身層や高齢層の増加に対応させることが重要となる。このためには、消費者ニーズを、常時、的確にサーチし、対応していく体制の整備と、ニーズそのものを作り出すことや、ブランド化なども必要となる。

我が国の中山間地における過疎化・高齢化は、生産活動の低下だけでなく、農林地の荒廃を引き起こし、集落の存続維持さえ困難にしている。このため、耕作地の大規模化や生産委託、企業化などによる対策が必要とされる。また、エコツーリズムや古里としての観光・レクリエーション資源としての活用も重要である。地球温暖化対策のための温室効果ガスの削減や排出権取引などの問題に関連して、森林や農耕地管理の重要性が高まっており、また、そこで生産されるバイオマスのリサイクルやエネルギー利用を促進していく必要がある。京都議定書では、2008年から2012年の第1約束期間において、我が国の温室効果ガスの排出

量を6%削減することが決められており、そのうち3.9%を森林などの吸収に期待している。また、削減目標の達成のために、先進国の間でプロジェクトを行う共同実施(JI)や途上国とのプロジェクトを通して削減する、クリーン開発メカニズム(CDM)、排出量取引などの取り決めがあり、今後、森林を含めたバイオマスのリサイクルとエネルギー化の技術開発や取引システムの確立が重要とされる。将来、炭素税などにより財源を確保し、これを農林地の管理とバイオマス精製工場や製品工場を中心とした地域地振興にあて、バイオマスリファイナリ社会を構築していくために利用することが必要とされる。

図4は、第1次産業のイノベーションのための新アグリシステム概念図である。従来は個別に行われていた生産、流通、消費段階までを一体化して考える新しいアグリシステムを構築することで、環境保全や食の安全に考慮しつつ、農山漁村の活性化、食料生産の効率化を図ろうとするものである。即ち、バイオテクノロジー、リサイクル、IT、ロボット、リモートセンシングといった技術を集結し、消費者ニーズへの対応、流通の簡素化、企業的な経営、ビジネスとしての効率化、工場化、環境保全と食の安全性の確保などをシステムとして実現しようとするものである。今後、官公庁予算による農山漁村の整備事業やITインフラ整備、また、民間も含めた特区事業などの動きとあわせて、産官学の連携によるモデル事業の推進が望まれる。

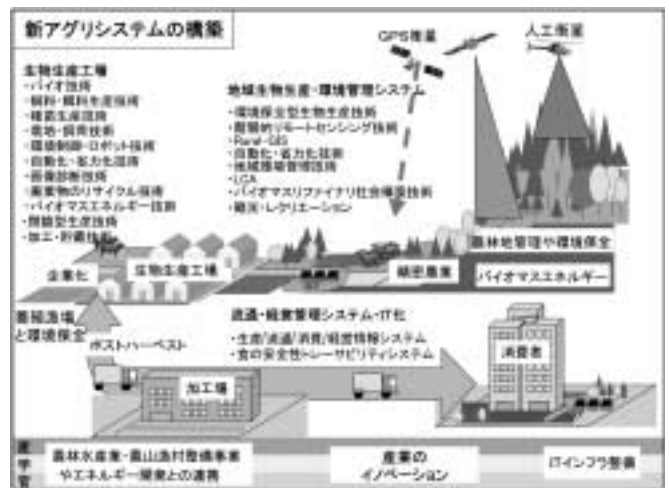


図4 新アグリシステム概念図

#### 4. おわりに

ここでは、人口と食料と環境のトリレンマ問題と我が国における第1次産業のイノベーション、即ち新しいアグリシステムの考え方について述べた。我が国では、自給率の

向上や生産コストの問題とともに、就労者の高齢化や過疎化、消費者ニーズ、食の安全性、流通の簡素化、生産場の環境問題などに対する対策が必要となる。このために、生産と流通と消費を一体化してとらえた第1次産業の(1+2+3)次産業化と、このイノベーションを推進していくための中核企業の育成が重要である。そして、地域の活性化とバイオマスリファイナリ社会の実現のために、今後、農山漁村の整備事業やITインフラ整備、さらに、民間も含めた特区事業など、産官学の連携によるモデル事業の推進が望まれる。

## 引用文献

- FAO, 2002 : World agriculture: towards 2015/2030. Summary report.
- Move! Japan task force (ed.), 2002 : Nikkei Business Publications. (動け!日本タスクフォース編, 2002 : 動け!日本—イノベーションでかわる生活・産業・地域. 日経BP社)
- Faculty of Agriculture, The University of Tokyo (ed.), 1998 : Asakura Shoten. (東京大学農学部編, 1998 : 人口と食糧. 朝倉書店)
- Nishioka S. (ed.), 2000 : Kokon Shoin. (西岡秀三編, 2000 : 新しい地球環境学. 古今書院)
- Yukawa H. (ed.), 2001 : Technological Trends in Energy Generation from Biomass, CMC Publishing. (湯川英明(監修), 2001 : バイオマスエネルギー利用の最新技術. シーエムシー出版)
- Kondo J., 2002 : Problems on Population, Food and Environment, Eco-Engineering, **14**, 4-10. (近藤次郎, 2002 : 人口食糧環境問題. Eco-Engineering. **14**:4-10)
- The Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries of Japan, 2002 : Annual Report on Food, Agriculture and Rural Areas in Japan FY 2002, Annual Report on Trends of Forest and Forestry FY 2002, Annual Report on Fishery FY 2002. (農林水産省, 2002 : 食料・農業・農村白書, 森林・林業白書, 水産白書. 平成14年度版)
- Yamauchi K. and Onodera K., 2002 : Prion disease—BSE (Bovine spongiform encephalopathy), Kindai Publishing Company. (山内一也・小野寺節, 2002 : プリオン病—BSE (牛海綿状脳症)のなぞ. 近代出版)
- Omasa K., 2003 : Agriculture, Forestry and Fisheries Technical Information Society, 1-17. Omasa K., 2003 : J. Japanese Soc. Agricultural Machinery, **65** (4), 4-8. (大政謙次, 2003 : リモートセンシングの最新技術と農業・環境分野への利用. 「リモートセンシング研究の現状と将来—農林水産技術への活用に向けて—」. 農林水産技術情報協会. 又は、農業リモートセンシングの新展開. 農業機械学会誌 **65** (4):4-8)
- Omasa K., Harasawa H., Association for Propagation of the Knowledge of Genetics (eds.), 2003 : Global Warming, The heredity, Special issue No.17. (大政謙次・原沢英夫・(財)遺伝普及会(編), 2003 : 地球温暖化—世界の動向から対策技術まで—. 生物の科学遺伝 別冊 No.17)
- USDA ERS: PS&D online.
- Munack A. et al. (eds), CIGR Handbook of Agricultural Engineering. Vol.6. ASAE (in press).