

物質フロー解析による循環型都市の設計

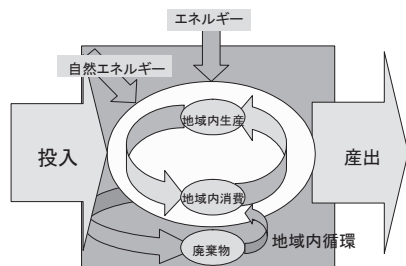
後藤尚弘
(豊橋技術科学大学)

1 循環型社会システムにおける物質フローの役割

持続可能な社会実現のためには資源消費・環境負荷排出の低減が必要であることは言うまでもないであろう。では、それらをどの程度低減すれば持続可能性が可能か？もし、資源消費・環境負荷排出低減の目標値を設定できれば、それを達成するための具体的な行動指針を作成することができる。

目標値を設定するためには次の手順が考えられる。まず、地域の物質フローを調査することによって、地域の現状を把握し、特長や問題点を抽出する。次に、最終的な持続可能な社会像を提案し、それを実現させるためのシナリオを提示する。さらに、それぞれの持続可能性が実現した社会に必要な機能の提供方法を明示する。多種多様の物質に関してこうしたシミュレーションを繰り返すことによって、持続可能な社会像をいくつか提示し、その中から許容できる持続可能性を社会が選択し、そのゴールに向かってバックキャストिंगをする。

物質フローとは対象地域・部門・プロセス等に投入・産出される物質を推計することである。現状の物質フローと理想的な物質フローを比較することによって、地域の資源消費・製品生産構造の問題点を抽出することができ、様々な施策の導入による消費・生産構造の変化や地域全体への波及効果を推計することができる。



2 物質フローの調査方法

物質フローの調査には統計資料（産業連関法）を用いる方法と現地調査を行う方法（積み上げ法）がある。

表1 物質フロー解析の方法

産業連関法	特徴	産業連関表のキャッシュフローを物質フローに変換する方法、他の統計資料による検証は必要
	長所	全ての産業について一括で物質フローを推計できる
積み上げ法	短所	産業連関表がない地域では推計できない。 5年に一度しか推計できない 誤差が大きい可能性がある
	特徴	統計資料や現地調査から物質フローを推計する方法
積み上げ法	長所	データの精度が高い
	短所	部門間の関係については不明な点が多い。 労力・時間・コストがかかる

3 孤立系での物質フロー解析—屋久島の例—

屋久島は離島であるため島への物質の移入と島からの移出が把握しやすい。さらに、島内の物質フローについても産業がそれほど多くないために把握しやすい。よって屋久島における物質フローは比較的容易に解析することができる。

屋久島の概要は以下のとおりである。

面積：約 503 km²、人口：約 14000 人（約 6,100 世帯）

・主な産業

ボンカン、タンカンの生産が盛んである。製造業では豊かな電力を利用した化学工業製品の他、水、漢方薬、焼酎、鯖節、屋久杉工芸品などが製造されている。また、平成5年に世界自然遺産として登録されたため、屋久島を訪れる観光客は年々増加傾向にあり、平成15年では年間約15～20万人の観光客が訪れている。

・廃棄物

一般廃棄物の平成12年度における処理量は約4000トンである。処理方法は両町とも焼却が中心であるが、生ごみの堆肥化、廃食用油のディーゼル化等リサイクルには積極的に取

り組んでいる。反面、リサイクルや焼却に適さない容器包装材料等は島内に処理困難なものとして蓄積し、問題となっている。家畜糞尿に関して、牛糞は全量堆肥化され、島内で消費されている。

(1) 屋久島における全物質フロー

図2に屋久島全体の物質フローを示す。図2によると屋久島は島内で消費する物質の95%以上を島外からの移入に依存していること、産業関連の物質の移入がその移入の80%以上を占めているのがわかる。島内の一般廃棄物4,000トンのうち、生ゴミはほぼ全量堆肥化、燃えるゴミは焼却処理されている。島内では無機系の廃棄物、廃プラ、PET、その他燃えないゴミは島内保管、ビン、缶は島外へ持ち出している。こうした島内で処理困難な廃棄物は発生を低減させなくてはいけない。そうでなければ、高いコストを払い続けて島内処理、島外輸送を続けなくてはならない。

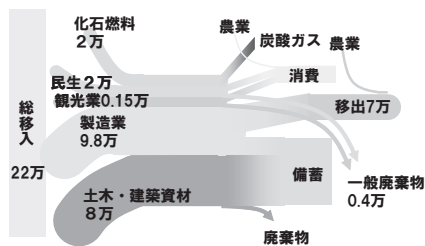


図2 屋久島における物質フロー (単位トン/年)

(2) 農業部門の物質フロー

屋久島における産業のうち、農業は島外からの移入、島外への移出、家庭部門、廃棄物処理部門と、屋久島における様々な物質フローとリンクしており、農業へのインパクトは島内全体へ波及すると考えられる。

理想的な物質フローは島内で農産物を生産し、最小の容器包装材料によって島内で流通させることであるが、これを実現するためには様々な制約条件がある。島内での生産を高めるためには農耕地、労働力、経済的な動機付け、肥料等の問題がある。農耕地に関しては屋久島では休耕地や放棄地が多いので、農耕地を拡大するためのポテンシャルはある。労働力についても屋久島の就業人口は約7,000人であり、農業就業人口拡大の可能性は十分にある。

また、肥料に関しては、島内で排出される生ゴミや家畜糞尿の多くは堆肥化され島内で使われている。農業生産を増や

すためには堆肥の増産が必要であるが、これ以上生ゴミや家畜糞尿を増やすわけにはいかず、島外からの農産物の移入を低減させるために、島外からの堆肥の移入量を増やさなければならない事態になることが予想される。また、島内で生産できない化学肥料の移入も増やさなくてはならないであろう。

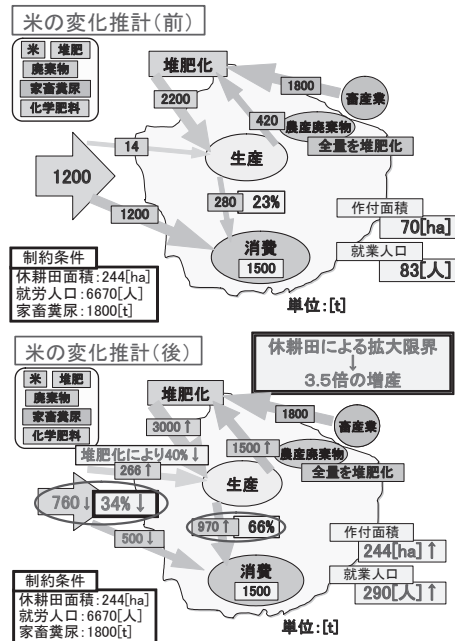


図3 屋久島における米産業の物質フローの変化予測

4 中国への適用

中国は現在、多くの古紙、使用済みプラスチック等を日本からの輸入している。地域社会の発展は地域外との物質の交流の増加をもたらす。都市化した地域では、商業が発達し、物質そのものを生産しなくなり、多くの物質を他地域に頼るようになる。循環型社会は、経済活動を維持しながら地域内物質循環を促進するという相反点を含んでいる。循環型社会とは他地域との交流を無視してすべて地域内で生産・消費・廃棄を行うものではない。人間の生活には様々な物質が必要であるが、そのすべてを地域内で生産することは困難である。求められているのは地域における生産と消費の効率である。必要な物質の交換は発展させるが、処理困難物となる物質や不必要な物質の交換はなるべくしないというのが原則となる。

中国においてもこうした物質フローの調査によって、持続可能な発展を実現するためには何をしなくてはいけないかを検討することができよう。

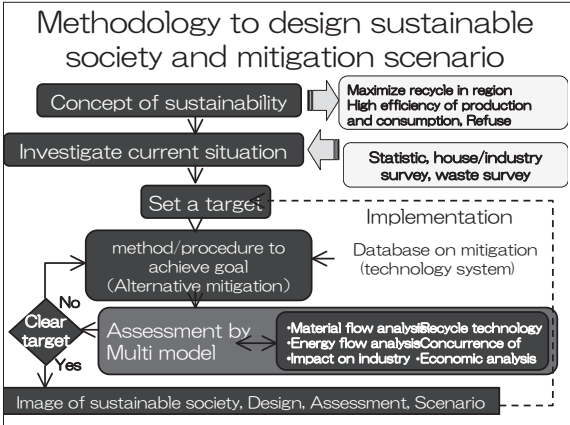
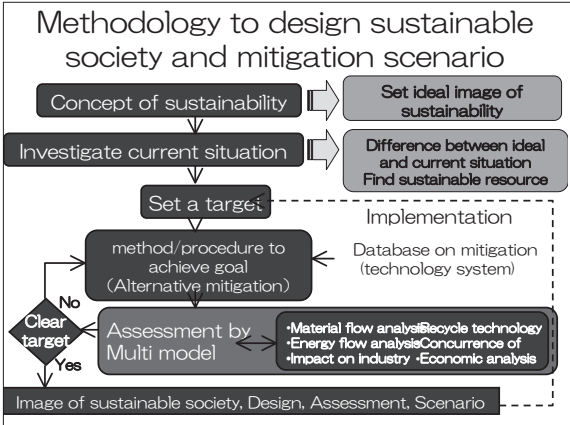
Design of sustainable society based on material flow analysis
 Naohiro GOTO
 Toyohashi University of Technology

What is sustainable society?

- In order to achieve sustainable society, what should be sustainable?
- Economics, Environment
 - Energy, Resource, CO₂, Waste, Chemicals and so on

↓

- Supply of resource and energy
- Not accumulate of negative impact

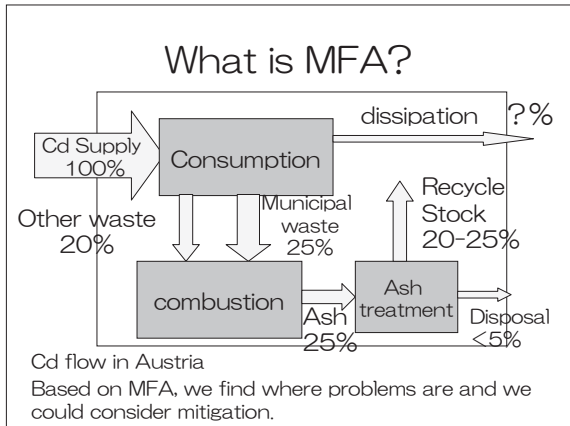


How to establish sustainable society

- Set a target
 - CO₂ emission Zero
 - Waste disposal half
- Survey current situation
- Find mitigations
- Assessment from view point of material, energy, economics and citizen

Why MFA?

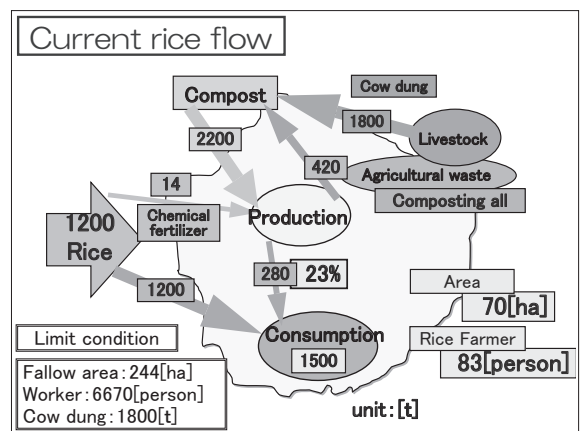
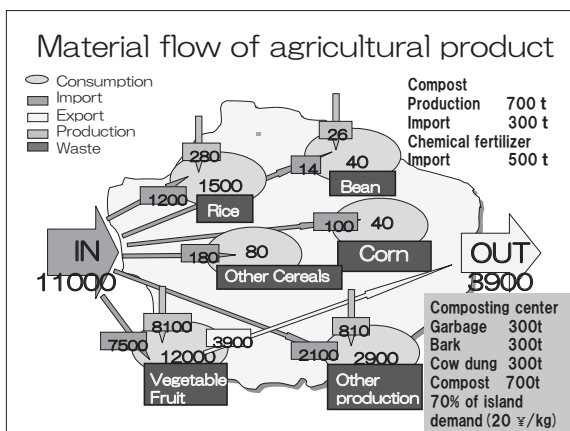
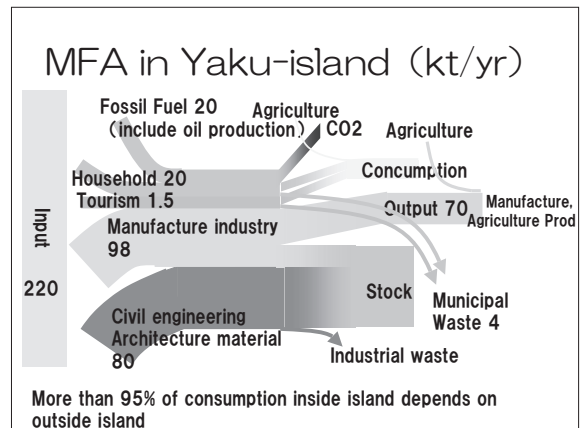
- Understand current situation on
 - Region
 - Sector
 - Element
 - Production
- Find regional problem
- Assess effect of mitigation

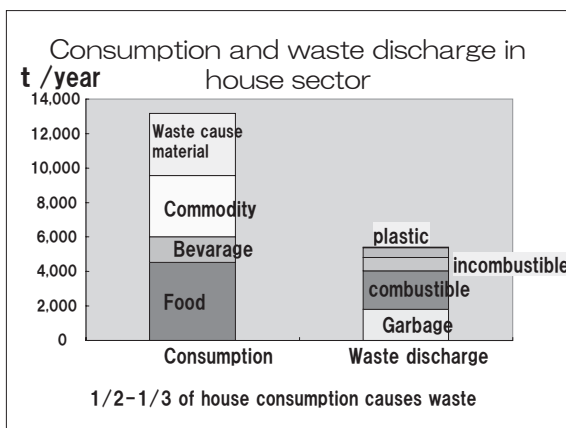
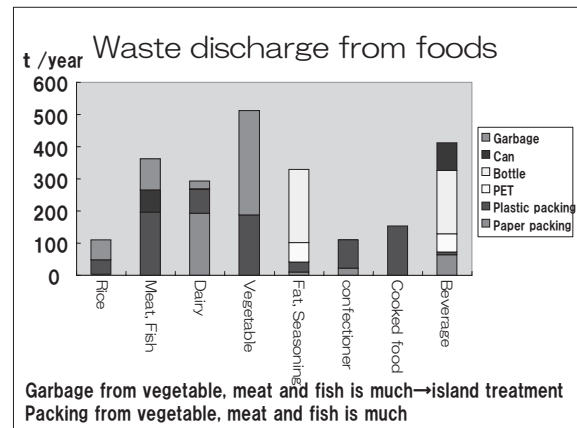
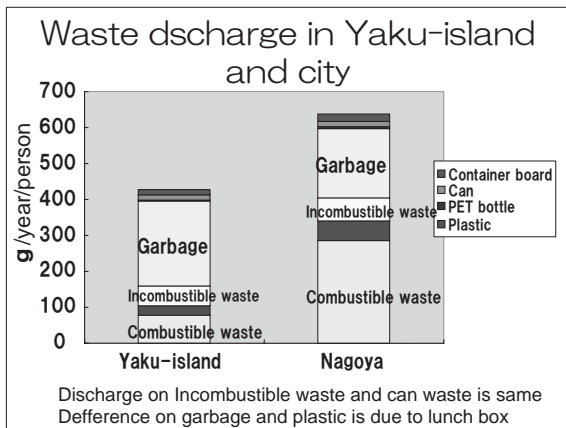
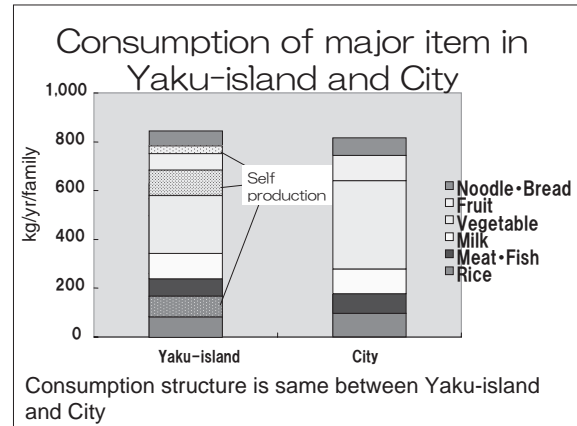
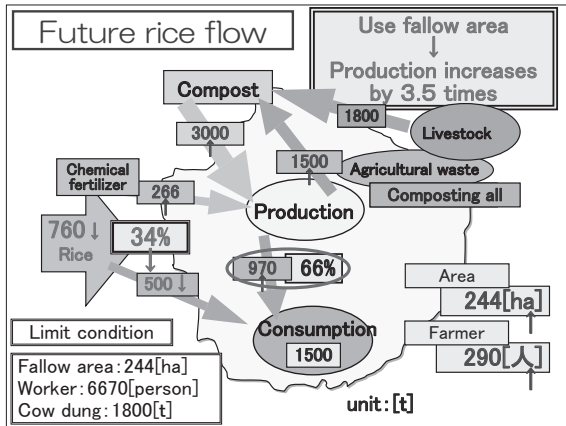


Example of MFA: Case of Yaku island

Area 503 km² Population 14000 (6,100 family)
Industry civil engineering, tourism, agriculture
Municipal Waste 4,000t

- ### Sustainability based on material flow – set targets
1. Maximize production to outside island and circulation inside island
 - Maximize selling material and reuse/recycle
→Agricultural production, live stock, manure
 2. High efficiency of production and consumption/ long term usage
 - Reduction of environmental load
→Consumer goods, durable goods
 3. Limitation of accumulation and input of material which is difficult to be treated
 - Promotion of "reduce"
→PET bottle, Packing material





Conclusion

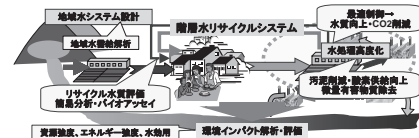
- MFA is a useful tool for material management- production-consumption-discharge
- MFA could assess effect of mitigation
- MFA's target is Material, Energy, Product and Water

Water recycle system and mitigation technology in water depletion region

Toyohashi university of technology
Koichi Fujie, Yoshiaki Kiso, Takanobu Inoue and Naohiro Goto

中国科学院环境生态研究所 ○楊 敏、他
清華大学环境科学工程系 胡 洪营、他

- Water depletion region: Beijing, China and East Mikawa, Japan
- Advance and High efficiency of waste water treatment
- Usage balance among agriculture, industry and house usage
- Multi-objective recycle of water resource and reduction of environmental impact promoted by waste water treatment and risk assessment system



Research method

1. Survey and design of system
2. Development of advanced waste water treatment
3. Water quality/ risk assessment methodology for water opened loop cycle
4. Environmental impact ripple effect by water treatment and recycle

Based on regional water supply-demand, water treatment and recycle system will be developed with reduction of environmental impact