

日本・中国・韓国の社会資本整備にともなう環境インパクトの比較研究

Comparative Study on the Environment Impacts Pertinent to Infrastructure
Provision in Japan, China and South Korea

池田 秀昭* 井村 秀文*
Hideaki IKEDA* Hidefumi IMURA*

ABSTRACT; The energy consumption and the associated carbon dioxide emission induced by construction are calculated and compared among three east Asian countries including Japan, China and South Korea, where rapid economic development is taking place. Economic development is accompanied by improvement of various social infrastructures such as buildings and transportation systems. This induces the increasing energy demand for the production and distribution of materials such as iron and cement which are used for construction, and thus causes increasing impacts on the environment. Based on the standard input-output model, the energy consumption induced by unit final demand of construction sectors are calculated for the base year 1990. The results reveal that the construction sector as a whole plays an important role for energy consumption in each of the three countries. The share of the energy demand induced by construction sector in the total national energy consumption is 18% in Japan, while those in China and South Korea are 31% and 16% respectively.

KEYWORDS; input-output analysis, urban energy analysis, environment impacts of infrastructure provision, global warming, China and South Korea

1. はじめに

経済の発展のためには、交通基盤、都市施設等の各種社会資本整備が必要となってくる。これらの社会資本建設には、鉄、セメント等の資材の使用を通じて大量のエネルギーが使用され、環境へのインパクトを発生させる。こうした社会資本整備にともなう環境インパクトの問題は、高度経済成長をとげつつある中国や韓国で重要となる。そこで本研究では、社会資本整備における環境インパクトを産業連関モデルを用いて分析する。筆者らはこれまでに、日本国内における建築及び土木両部門のエネルギー原単位（単位生産金額当たり要するエネルギー量）や、エネルギー投入量等を算出し分析を行ってきたが、本論文ではこれと同様の手法を中国や韓国にも適用し、日・中・韓、三国における社会資本整備とエネルギー消費・CO2発生等による環境インパクトの関係を比較評価する^[1]。

2. 単位生産あたりに要するエネルギー（エネルギー原単位）

産業連関モデルにより、各産業の単位生産あたりに直接的及び間接的に投入されたエネルギー（エネルギー原単位）を求める。計算は、これまで同様次式を用い、エネルギー源としては、化石燃料（石炭、原油、天然ガス）を対象とする。

$$\varepsilon = E(\bar{X} - X)^{-1} \quad (1)$$

* 九州大学工学部環境システム工学研究センター

Institute of Environmental Systems, Faculty of Engineering, Kyusyu University

分析には日本（65年、70年、75年各61分類、80年72分類、85年84分類、90年91分類）、韓国（85年75分類、87年75分類、90年75分類）、中国（87年117分類、90年33分類）の産業連関表を用いる。ただし、韓国産業連関表では家計外消費部門を内生化しており、また、中国産業連関表では輸出部門が総輸出ではなく、輸出と輸入の差になっている。すなわち、日本及び韓国においては、 $(I-A)^{-1}$ による計算、中国においては、 $(I-(I-M)A)^{-1}$ による計算になっている。その結果、得られる結果には産業連関表の構造の違いに起因する差があり、三国間の比較に際しては注意を要する。

2. 1 社会資本整備におけるエネルギー原単位

建築及び土木の両部門の三国間及び時系列での比較を行なった（図1）。なお、各国とも1985年を基準として物価補正を行なった。これを見ると、各国とも年々エネルギー原単位は減少しており、建設産業をはじめとする技術レベルの向上が伺える。また、中国では石炭の割合が高いのも目につく。なお、日本の土木部門の90年の値で石炭の割合がやや高くなっているが、これは石油の消費の多い舗装材料部門を石炭産業に統合しているために起きる誤差であり、実際には90年の石炭の割合は85年とほぼ同じで、計上過多の分は原油であると思われる。

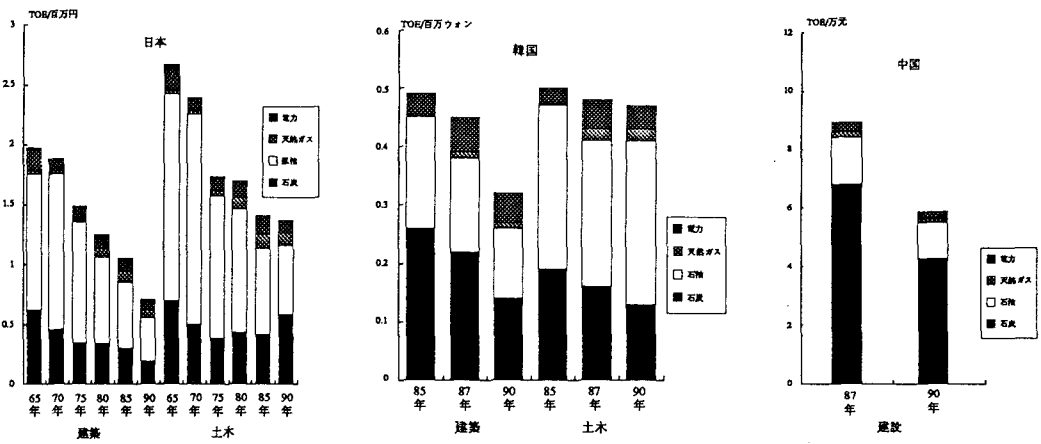


図1 日・中・韓における社会資本整備にともなうエネルギー原単位の推移

次に、三国の比較を行なうため、結果を1985年の平均為替レートで米ドル換算した（図2）。これを見ると、中国がかなり大きい。また、日本と韓国は技術レベルには約10～15年の差がある。

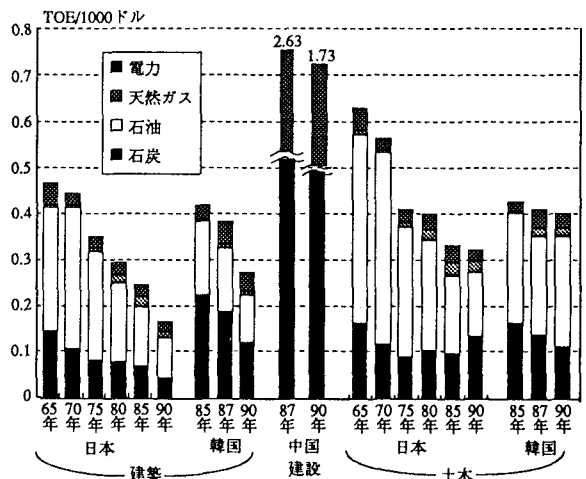


図2 日・中・韓における社会資本整備にともなうエネルギー原単位の推移（米ドル換算）

3. 社会資本整備におけるエネルギーの投入波及経路

3. 1 エネルギーの波及消費量

社会資本整備におけるエネルギー消費としては、直接消費分と間接消費分がある。ここで、直接消費分としては建設機械の運転に要する石油製品や電力がある。間接消費分としては建設資材である鉄鋼、セメント等、さらには鉄鋼、セメント等を生産するために投入された原材料等の生産に要したエネルギーが上げられる。このようなことを考慮し、各産業のエネルギーの消費構造を的確に把握するためには、エネルギー産業からさまざまな産業を経由し、どの産業からどれくらい流れ込むかという投入波及経路を分析する必要がある。

筆者らがこれまで用いてきた(1)式は、直接消費量と間接消費量の両方を含めた単位生産あたりに要するエネルギー算定式である。エネルギー産業から一産業のみを経由して消費されるものを間接一次消費量として、次のような展開式にて直接・間接消費量を算定した(図4)。計算は、日本及び韓国は90年、中国は87年のデータを用いた。

$$\varepsilon = E(\bar{X} - X)^{-1} = \varepsilon_0(I + A + A^2 + \dots) \quad (2)$$

ただし、 $\varepsilon_0 = E\bar{X}^{-1}$ 、 $A = X\bar{X}^{-1}$ である。また、行列 X は、産業連関表における中間投入行列であり、行列 $\bar{X}$ は、需要合計の対角行列である。式の第一項は、単位生産金額あたりに要するエネルギーの直接消費分、第二項は間接一次消費分、第 $n+1$ 項は間接 n 次消費分を表す。なお、今回の計算は間接七次までとした。計算結果を見ると、日本、韓国、中国の順で経由する産業の数が多いといえる。すなわち、社会資本整備に投入される資材は、先進国ほど製品の加工度が高い。三国共通して、間接1、2消費分のエネルギーは主に鉄鋼、化学製品等、基礎素材産業からの流入で、間接6、7次消費分のエネルギーは主に自動車、産業用機械等、組立型産業からの流入である。

3. 2 社会資本整備に投入されるエネルギーの産業別構成

社会資本整備に投入される資源・エネルギーは、直接エネルギー産業から投入されるものと、財やサービスの形で間接的に投入されるものとある。そこで、日・中・韓、三国の社会資本整備の際に投入されるエネルギーを産業部門別に算出した。分析は、建設部門への各産業からの投入額に各産業のエネルギー原単位を乗じて算出した(図5)。これを見ると、中国は窯業製品からの投入が多いことに目がつく。これは、中国の建築物の多くがレンガによって造られているためであろう。日本では、石炭製品が多くなっているが、石油の割合の高い舗装材料産業を日本の産業連関表では石炭製品産業に統合しているために起こる誤差であり、これらのほとんどは石油製品に属すると考えられる。日本では、運輸部門が多く、CO₂排出を論じるうえで建設資材の製造同様に目をむける必要がある。

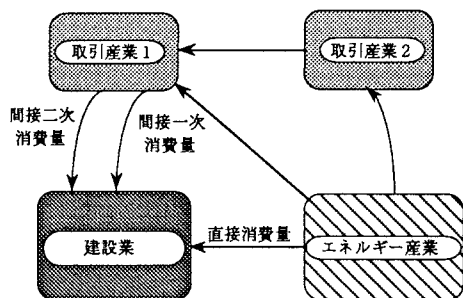


図3 社会資本整備において消費されるエネルギー（第二次まで考慮した場合）

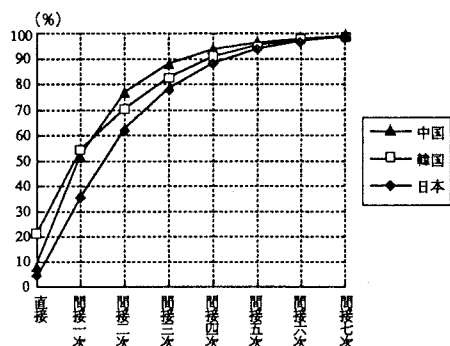


図4 社会資本整備におけるエネルギーの波及消費

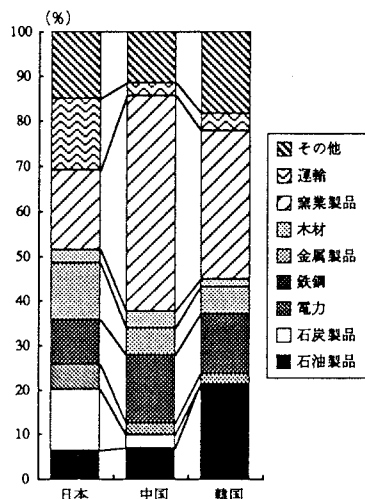


図5 社会資本整備に投入されるエネルギーの産業別構成

4. 社会資本整備におけるエネルギー投入量

2章で得たエネルギー原単位に、総工事費額を乗じることによってエネルギー投入量を算出する。計算は、これまでと同様に、採用するエネルギー原単位は現在のものを用いることとする。結果は1985年を基準として物価補正をした。これを見ると、中国では日本の約2倍のエネルギーが投入されている。

次に、社会資本整備におけるエネルギー投入量の一次エネルギー総供給量に対する割合を示す。ただし、エネルギー投入量はエネルギー原単位に最終需要を乗じて算出したものである。これを見ると、日本は18%、韓国は16%、中国は30%であり、中国では社会資本整備におけるエネルギー投入の割合が高い。また、エネルギー消費量に二酸化炭素排出係数を乗じて、二酸化炭素排出量を算出した。中国では、排出係数の大きな石炭の消費が多いため、全体の排出量もかなり多くなっている。

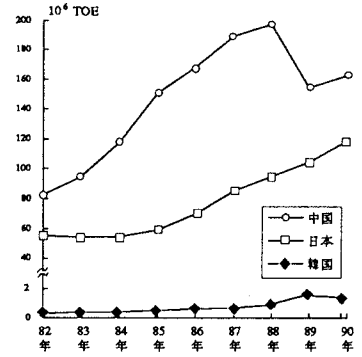


図6 社会資本整備におけるエネルギー投入量の推移

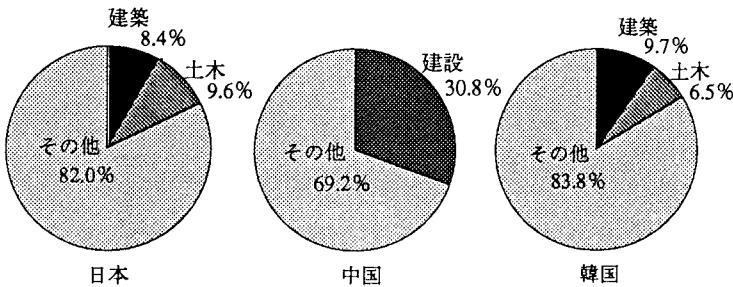


図7 社会資本整備におけるエネルギーの投入量の一次エネルギー総供給量に対する割合

表1 日・中・韓の社会資本整備にともなうCO2排出量
(10⁵トン)

日本	90,3
中国	146,7
韓国	1,1

5. まとめ

- 1) 日本、中国、韓国の三国とも社会資本整備におけるエネルギー原単位は減少しており、建設業をはじめとするあらゆる産業における技術レベルの向上がうかがえる。
- 2) 中国での社会資本整備におけるエネルギー投入は、石炭の割合が高い。
- 3) 韓国の社会資本整備におけるエネルギー原単位は日本の値に比べ約10～15年差がある。
- 4) 日本、韓国、中国の順で建設資材の加工度が高い。
- 5) 中国では社会資本整備に投入されるエネルギーは、窯業製品からが多い。
- 6) 日本では中国、韓国に比べて運輸部門からのエネルギー投入が多い。
- 7) 社会資本整備におけるエネルギー投入量は、一次エネルギー総供給料に対して日本18%、韓国16%、中国30%である。

<参考文献>

- [1]池田 秀昭、井村 秀文：環境システム研究, Vol.21, pp.192-199, 1993
- [2]昭和40、45、50、55、60、平成2年全国産業連関表（総務庁）
- [3]IEA：World Energy Statistics and Balances, 1985-1988
- [4]韓国銀行：韓国産業連関表, 1985, 1987, 1990
- [5]中国統計出版社：中国投入産出表, 1987, 1990
- [6]（財）大韓統計協會：韓国統計年鑑, 1992
- [7]中国統計出版社：中国統計年鑑, 1992