

中国省レベルの資源生産性と 経済発展の要因分析

石 峰¹・井村 秀文²・東 修³・大西 暁生⁴

¹非会員 博士(環境学) 名古屋大学環境学研究科都市環境学専攻(〒464-8601 名古屋市千種区不老町)
E-mail:hseki@urban. env. nagoya-u. ac. jp

²正会員 工博 名古屋大学教授 環境学研究科都市環境学専攻(〒464-8601 名古屋市千種区不老町)
E-mail:imura@genv. nagoya-u. ac. jp

³正会員 博士(環境学) 名古屋大学助教 環境学研究科都市環境学専攻(〒464-8601 名古屋市千種区不老町)
E-mail:higashi@urban. env. nagoya-u. ac. jp

⁴正会員 博士(工学) 名古屋大学研究員 環境学研究科都市環境学専攻(〒464-8601 名古屋市千種区不老町)
E-mail: akio123@topaz. ocn. ne. jp

中国では、近年の高度経済成長等により、資源の需要が急増している。このため、今後中国が持続可能な発展を図るためには、循環型社会への転換が急務である。そこで、本研究では循環型社会形成の達成状況を評価する一つの重要な指標である資源生産性に着目し、中国31の省(自治区)を対象に、省(自治区)別の資源生産性を評価した。また、要因分析により、各省(自治区)の経済発展レベルと資源生産性の関係を示した。そのうえで、循環型社会形成へ向けた今後の中国の方向性について議論した。この結果、中国各省(自治区)の直接物質投入の構造とその特徴及び資源生産性の地域特性が明らかとなった。

Key Words : Direct Material Input, Resource Productivity, economy development, China

1. はじめに

中国は1978年の改革開放政策以来、1990年代を通じて高い経済成長を維持し、2000年代に入ってもWTO (World Trade Organization : 世界貿易機関) 加盟後、7~9%の成長率を維持している。一方、高度経済成長とモータリゼーションの進展により、資源の需要が急増している。このため、今後の中国経済の持続可能な発展を図るためには、循環型社会への転換を促し、いかに少ない天然資源の投入量で経済発展を達成するかが重要な課題となっている。

日本は、2000年6月に「循環型社会形成推進基準法」を公布・施行し、これまでの大量生産・大量消費・大量廃棄のシステムから脱却し、循環型社会の形成に向け舵をきった。循環型社会の形成を評価する手段として、現在、MFA(マテリアルフロー分析)、LCA(ライフサイクルアセスメント)、環境効率指標、資源生産性指標などが主に活用されている。関連する研究成果として、例えば、森口ら^{1) 2) 3)}、後藤ら⁴⁾、天野ら⁵⁾、田畑ら⁶⁾がある。

中国では、2009年1月に施行された「循環経済促進法」の第12条において、循環経済発展計画の策定にあたり、資源生産性などの指標を活用しなければならないと明記した。ここで、資源生産性 (Resource Productivity : 略称

RP) は循環型社会の重要な指標として定められた。

中国において、循環型社会形成に関する研究が本格的に開始されたのは、90年代後半に入ってからである。まず、代表的なものとして、陳ら(2000)⁷⁾は1989-1996年までの中国の資源生産性を国レベルで評価した。その後、陳ら(2003)⁸⁾は、さらに1985-1997年の統計データを用いて中国の資源輸出入フローを研究した。また、同じく国レベルとして、孫ら(2007)⁹⁾は1990-2003年までの統計データを用い、中国の資源利用と環境への影響を分析した。段ら(2008)¹⁰⁾は1995-2005年までのデータを用いて同様の研究を行った。市レベルの研究としては、王ら(2006)¹¹⁾は青島の城陽区、鄭ら(2008)¹²⁾は瀋陽市、樓ら(2008)¹³⁾は邯鄲市、鐘(2008)¹⁴⁾は深圳市の研究を行った。省レベルの研究としては、張ら(2007)¹⁵⁾ (2008)¹⁶⁾は広東省、黄ら(2007)¹⁷⁾、徐ら(2006)¹⁸⁾は遼寧省の研究を行った。また、資材別の物質のフローに関する研究もある。例えば、趙ら(2008)¹⁹⁾は木材フロー、陳ら(2008)²⁰⁾はアルミのフロー、郭ら(2008)²¹⁾は銅のフロー、蔡ら(2008)²²⁾鉄鋼のフロー、陳ら(2007)²³⁾はセメントのフローを評価している。

ここでは上記の研究をレビューすることにより、次のことが明らかとなった。

- ・ 資源生産性の時系列的な推移の評価が中心である。

- ・ 国レベルの分析で中国の資源生産性は年々増加傾向にあるが、日本などの先進国に比べ依然劣っている。ただし、この結論だけでは今後の中国の循環経済のあり方を議論するには不十分である。
- ・ 中国の省レベルの研究は広東省、上海市と遼寧省に限られている。しかも、各々の研究のデータの収集状況について不明な点が多く、評価した資源生産性の値にもばらつきがあり、結果の信頼性を欠く可能性もある。例えば、黄曉芬ら(2007)が計算した上海の2000年の資源生産性は552.55元/トンであるが、徐明ら(2006)が計算した遼寧省の2000年の資源生産性は1627.08元/トンである。張音波ら(2007)が計算した広東省の2000年の資源生産性は2343.3元/トンである。

以上より、先行研究では、省レベルの資源生産性の評価が不十分であり、特に省間の比較により各省の特徴を把握してない。また、地域の経済発展レベルと資源生産性の関係などは明らかにされていない。今後、循環型社会を目指す中国にとって、地域別の資源生産性の特徴を明らかにすることは非常に重要であると考えられる。

そこで本研究では、まず、中国の31の省(自治区)を対象とし、データの収集項目を統一したうえで省(自治区)別の資源生産性を計算する。次に、各省(自治区)の経済発展レベルと資源生産性の関係を要因分析によって明らかにする。最後に、今後の中国が目指すべき循環型社会のあり方について議論する。

2. 中国の循環経済に関する政策

循環型社会形成のはじまりであるリオ・デ・ジャネイロの「環境と開発に関する国連会議」(92年)は、「旧来の経済成長偏重主義に反省を迫り、自然の受容力の限界を考慮しつつ世代間の衡平を維持する「持続可能な発展」を実現するには、大量生産・大量消費・大量廃棄型の社会的パラダイムの転換が必要である」と強調し、廃棄物ゼロエミッションをめざす「循環型」の社会経済形成へ向けた取り組みを開始した。

近年、中国では持続可能な発展戦略の一環として、経済発展モデルの転換を視野に入れた「循環経済」の実現を進めている。2005年3月、中国共産党中央は「人口資源環境工作会議」を開催した。この会議において、胡錦濤総書記が循環経済の理念を宣伝し、循環経済立法を加速化させると表明した。同年7月、「循環経済の発展を加速化させることに関する若干の意見」が公表され、その後の2005年12月には、全人大常務委員会第40回委員長会議において循環経済法の制定は立法計画に正式に組み入れられた²⁴⁾。

2008年8月29日に省エネとリサイクルの一層の促進をめざす内容を盛り込んだ「循環経済促進法」が第11期全国人民代表大会(全人代)常務委員会第44次会议で承認された²⁵⁾。同法は、胡錦濤国家主席の署名をへて公布され、2009年1月から施行されることになった。

この法律は7章からなっている。第1章は総則、第2章は金本管理制度、第3章は減量化、第4章は再利用と資源化、第5章は奨励措置、第6章は法律責任、第7章は附則である。その内容として、第2条には、“本法律でいう循環経済は、生産・流通・消費などの過程における減量化・再利用・資源化活動の総称を指す”と明記し、循環経済の概念を明確にした。また、第12条には、“循環経済発展計画は計画目標・適用範囲・重点任务と保障措置などを含まねばならず、併せて資源生産率・廃棄物再利用と資源化率などの指標を規定しなければならない”とした。

3. 研究方法とデータ

(1) 資源生産性の計算方法とデータ

資源生産性は産業や人々の生活がいかに資源を有効に利用しているかを総合的に示す指標である。以下の式(1)で示したように天然資源等投入量あたりのGDPとして定義する。

$$\text{資源生産性} = \text{GDP} / \text{天然資源等投入量} \quad (1)$$

なお、天然資源等投入量とは、国内の環境から採掘された資源量と輸入される物質量の和を示し、直接物質投入量(DMI: Direct Material Input)とも呼ばれている²⁶⁾。

通常、生産量ベースで計算した資源生産性が資源輸出型区域に対して過小評価、資源輸入型地域に対して過大評価になると考えられるが、中国の先行研究において、データの制約により、生産量ベースで計算する方法が多く用いられる。本研究でも各省(自治区)内の天然物質投入量は生産量ベースで計算する。

また、中国の先行研究の直接物質投入量の設定項目の手法はさまざまである。国レベルの研究として、例えば陳勁速ら(2000)は次の4つの項目に分けた。①非生物物質: 鉱物・化石燃料など、②生物物質: 農産物など、③水: 主に水道水の投入、④土の使用量。また、孫啓宏ら(2007)と段寧ら(2008)の研究チームは、①化石資源と金属資源、②非金属資源、を投入資源として扱った。陳勁速ら(2000)と比べて、水についてはあまり考慮せず、紙と木材を追加している。

省レベルの研究としては、3つの論文しか見当たらないが、徐明ら(2006)の研究では遼寧省の物質投入量の詳細の設定項目は不明である。張音波ら(2007)及び黄曉芬

ら(2007)の研究における設定項目を表-1に示す。

表-1 先行研究の直接物質投入量の分類と内容

項目	広東省 (張音波ら, 2007)		上海市 (黄曉芬ら, 2007)	
移輸入	不明		不明	
域内資源	化石燃料	直接採掘された原煤, 原油, 天然ガス,	化石燃料	原煤, 原油, 天然ガス
	鉱物	直接採掘された金属, 非金属, 工業鉱物生産量	鉱物	金, 銅, アルミ, 鉛, 鉄鉱石, 原塩
	バイオマス系資源	農, 林, 牧, 漁などの生産量	バイオマス系資源	農業, 林業
			建築用非金属	石材など

表-2 本研究のDMIの分類と内容

項目	内容		出所
移入	エネルギー資源	原煤, 原油, 天然ガス など	中国能源統計年鑑2000-2002 ²⁷⁾
域内資源生産	エネルギー資源	原煤, 原油, 天然ガス,	中国能源統計年鑑2000-2002
	バイオマス系資源	農業(穀物, 麻類, 棉, 果物などの10種類)林業(木材など), 水産業(海産品, 淡水生産品)畜産業(肉類, 乳類など)	中国統計年鑑2001 ²⁸⁾ 中国林業年鑑2001 ²⁹⁾ 一部データは各省(自治区)の統計年鑑2001 ³⁰⁾
	金属と工業用鉱物資源	鉄鉱石, 銅鉱石, 硫鉄鉱石, リン鉱石, 原塩などの10種類	中国の各省(自治区)の統計年鑑2001
	建築用資源	大理石石材, 花崗岩石材, セメント	中国の各省(自治区)の統計年鑑2001

表-1に示すように, 両研究ともに, 省外の移輸入の詳細な項目を明記してない。域内の資源の項目は化石燃料について両研究が一致しているが, その他の項目の詳細が不明なためその異なる点が不明確である。

本研究では, DMIの項目設定の際, 中国の先行研究を参考するとともに, 日本の環境省³¹⁾が設定する詳細な項目を参考した。

ここで, 国外からの輸入と他地域からの移入及び域内の物質投入量を含めた。国外からの輸入と他地域からの移入の資源量については, データの制約上, 石炭, 原油, 天然ガス及びガソリン, 石油・石炭の加工品のみを考慮した。また, 域内の物質投入量では, エネルギー資源, バイオマス系資源, 金属と工業用鉱物資源, 建築用資源

を含めた。なお, 資源生産性を評価する際, 上記においてレビューした先行研究との結果の整合性を確認するため, 2000年を基準年とし, 地域別のデータを整理した。その内容及び出所を表-2に示す。

分析するにあたり, 中国の先行研究を参考とし, エネルギー資源の単位は中国標準石炭換算(SCE: Standard coal equivalent)に統一した^{注1)}。

また, 水産品については, 重複計算を避けるため, 養殖生産品を除いて天然生産品のみを計上した。建築用資源については, 建築用鉱物のデータの欠如から, 代わりに, 大理石石材, 花崗岩石材, セメントの統計データを用いた。なお, セメントのデータはそのまま用いたが, 石材について, まず, 以下の式(2)を用いて単位を変換した。

$$\text{石材量 (kg)} = \text{比重} \times \text{石材量(m}^3\text{)} \quad (2)$$

そのうえで, 式(3)により, 石材を生産するために必要な原料鉱石の量を求めた。

$$\text{原料 (kg)} = \text{換算係数} \times \text{石材量 (kg)} \quad (3)$$

ここでは, 中国税関総署, 国家経済貿易委員会の《石材生産品加工貿易基準 (HDB/JC001-2000)》の通知³²⁾を参考とし, 大理石石材, 花崗岩石材の比重は2,800kg/m³, 換算係数はそれぞれ1.67と1.74とした。

(2) 経済発展レベルに関する要因分析の方法

本研究では, 各省(自治区)の経済発展レベルを一人あたりGDPによって表す。張宏武(2003)³³⁾は, エネルギー問題を研究した際, 一人あたりGDPをエネルギー効率とエネルギー投入の二つの要因で説明した。ここでは, これを参考に, 以下の式(4)を構築した。

$$\text{GDP/PER} = (\text{GDP/DMI}) * (\text{DMI/PER}) \quad (4)$$

ここで, GDP/PERは一人あたりGDPである。GDP/DMIは物質投入量あたりのGDPで, 即ち, 資源生産性を示す。DMI/PERは一人あたり物質投入量であるため, 投入の要因となる。

本研究では, この二つの要因を分析することにより, 資源生産性と経済発展レベルの関係を解明する。

要因分析する際に, 比較値と基準値の差を取ることにする。本研究では31の省(自治区)の断面データであるため, クロスセクション分析となる。この場合, 各指標における省ごとの値(比較値)と全国平均の値(基準値)の差を取る。つまり, ある要因の省別の値から全国平均の値を引いたものとする。こうした方法を用いた場合, 残差

が大きくなるといった問題が生じるが、張宏武(2003)は交絡項の値を小さくする方法を開発しており、本研究でもこの方法を採用した。

4. 結果と考察

(1) 中国の省（自治区）の経済発展レベル

省（自治区）の経済発展レベルと資源生産性の関係を考察するため、まず、省（自治区）の経済発展レベルの現状を説明する。

中国の経済発展戦略は、1978年以前、「均衡発展論」の概念に基づいていたが、1978年末の改革・開放政策の開始により、事実上「非均衡発展論」へと転換された。鄧小平による先富論はこれを裏付けるものである。1985年に策定された第七次五ヵ年計画の地域発展戦略は、非均衡発展論の流れを汲むものであり「まず東部沿岸地域の発展を速め、同時にエネルギー、原材料の開発拠点を中部地域に移す。西部地域は21世紀の大規模開発のための基盤整備に取り組む」と明記した。その後、1988年には沿岸地域の郷鎮企業を主力とし、大いに加工輸出を推進するという「沿岸地域経済発展戦略」が正式に国家方針となり、非均衡発展論は極端化の様相を呈した³⁴⁾。その背景で、中国の沿岸部の省が急成長して経済レベルは高くなった。中国中央政府は「第7次五ヵ年計画」（1985－90）を策定する際に、経済発展レベルの格差により東部、中部、西部と3つの地域を設けた。その後、同政府は2001年に「第10次五ヵ年計画」（2000-2005）を作成するときに地域経済の現状に鑑みてこの3地域区分について微調整^{1,2)}を行った。最新の地域区分の内容を表-3に示す。

また、図-1と図-2に2000年における各省（自治区）の経済発展レベルの指標の総GDPと一人当たりのGDPを示す。

図-1より各省（自治区）の総GDPを比較すると、東部地域の広東、山東、江蘇は非常に高く、上海、遼寧などがこれに続く。西部地域の海南、寧夏、青海、西藏などの地域は非常に低い。また、図-2より一人当たりのGDPでは、同じく東部地域の省は高く、特に上海が最も高く、北京、天津が追随している。その他、広東、山東、江蘇、が高い値を示す。西部地域の海南、寧夏、青海、西藏などの地域が低くなっている。

また、直接物質投入量のうち、移入、輸入と地域内投入の割合を図-3に、自地域内の物質投入のうち、化石資源、鉱物資源、バイオマス資源などの割合を図-4に示す。

表-3 東部、中部、西部の地域区分

区域	省（自治区）名
東部	上海、天津、北京、遼寧、江蘇、遼寧、広東、福建、河北、山東
中部	海南、湖南、湖北、河南、江西、安徽、吉林、黒龍江、山西
西部	青海、陝西、雲南、甘肅、広西、新疆、内モンゴ、貴州、寧夏、四川、重慶、西藏

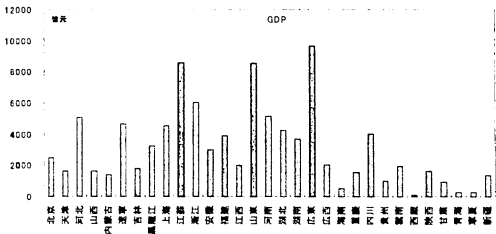


図-1 各省（自治区）のGDP

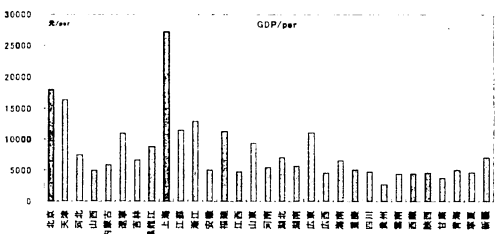


図-2 各省（自治区）の一人当たりのGDP

(2) 省（自治区）別の直接物質投入（DMI）

直接物質投入量の計算結果を種類別〓表-4に示す。

表-4 省(自治区)別の直接物質投入量 (単位:万トン)

	輸入		移入				自地域内の資源投入			
	輸入	化石資源	移入	化石資源	自地域化石資源	バイオマス資源	金属と工業用鉱物資源	バイオマス資源	金属と工業用鉱物資源	バイオマス資源
北京	98.52	3301.26	428.58	300.20	605.20	827.00				
天津	447.15	3588.78	1212.47	207.66	0.00	267.81				
河北	324.50	4950.00	4951.69	4026.72	6322.06	4694.53				
遼寧	1152.45	6963.92	5411.50	1979.95	275.91	1554.57				
上海	1466.25	7631.82	105.91	313.65	0.00	311.69				
江蘇	306.44	6569.33	2010.40	4084.43	494.57	4599.52				
浙江	1355.23	4553.69	71.55	2225.95	9.50	4256.61				
福建	0.00	1451.71	285.72	2058.76	336.64	7002.82				
山東	232.66	2143.74	5628.39	6334.84	2246.90	6547.05				
広東	2638.40	5246.35	2593.32	4531.84	17.87	5872.40				
山西	0.00	299.32	14015.44	1246.75	995.00	1193.66				
吉林	0.00	2236.63	1667.95	2395.17	0.00	758.86				
黒龍江	0.00	938.59	11459.13	3890.27	19.80	903.68				
安徽	214.92	2392.48	3357.21	3528.81	868.84	1534.80				
江西	225.73	768.49	1285.74	2339.33	119.67	1463.04				
河南	174.19	1451.04	6430.65	5676.12	214.04	3723.40				
湖北	0.00	4691.45	405.13	3255.72	240.57	2460.92				
湖南	0.00	1742.35	1071.45	4016.73	77.20	2395.72				
海南	17.31	220.67	0.00	808.31	700.70	315.05				
内モンゴ	0.00	1283.33	5203.48	2051.77	126.69	630.02				
広西	13.53	1475.72	904.71	5573.68	15.62	2198.35				
雲南	0.00	356.82	811.53	1405.21	64.62	1402.78				
四川	0.00	872.95	2703.15	4636.61	215.48	2766.42				
貴州	0.00	260.68	2652.22	1536.36	588.70	783.88				
雲南	0.00	792.72	714.97	3426.65	1266.05	1512.00				
西藏	0.00	0.00	0.00	150.72	19.66	49.32				
陝西	0.00	583.28	2775.59	1820.84	122.04	869.44				
甘肅	0.00	1960.17	1224.47	1000.76	3.06	725.50				
青海	0.00	244.36	409.17	150.19	68.06	123.71				
寧夏	0.00	0.00	1343.46	322.97	1.83	260.25				
新疆	107.37	23.14	5339.56	1623.95	315.80	1284.67				

図-3より、総量を見ると、経済レベルの高い地域の直接物質投入は多く、経済レベルの低い西部が少ない傾向にある。その中、山東、河北、広東などの省は多い。

また、天津、遼寧、上海、江蘇、浙江、広東などの沿海地域は国外からの輸入が多い。中国国内の他地域からの化石資源の移入が大きいのは、主に北京、上海、天津、河北、江蘇、浙江、広東などといった経済発展の著しい地域である。特に、上海、浙江の物質投入はほぼ移入と輸入に依存していることがわかる。一方、山西、内蒙古、黒龍江、山東、新疆、四川、貴州などといった内陸の資源が比較的豊かな地域の物質投入は、自地域の投入に依存していることがわかる。

また、図-4より、各省（自治区）の地域内の物質投入構造を見ると、山西、内蒙古、黒龍江、山東、河南、陝西、新疆において、自地域化石資源（エネルギー資源）の投入量割合が高い。バイオマス資源は、江蘇、広西、河南、湖南などが多く、建築資源の投入は江蘇、浙江、福建、山東、広東などの経済発展地域が多い傾向がある。

図-5は、各省（自治区）の一人当たり直接物質投入を示している。この図より、上海、天津、山西、黒龍江、内蒙古などの省（自治区）が高い一方で、四川、重慶、河南などの人口が比較的多い地域において少ない傾向にあることがわかる。

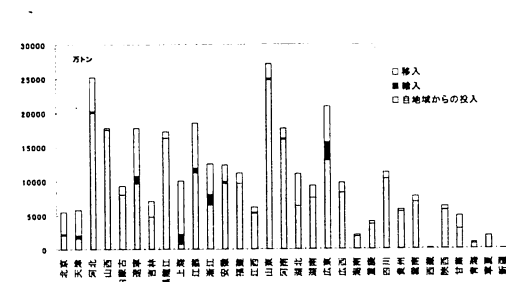


図-3 各省（自治区）の投入先別の物質投入量

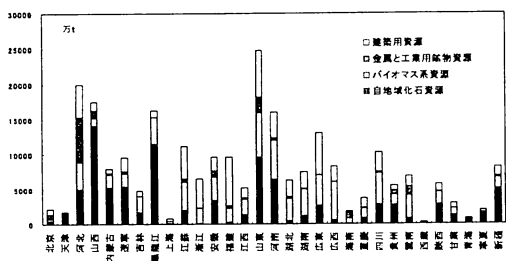


図-4 各省（自治区）の地域内のDMI投入構造

(3) 省（自治区）別の資源生産性

各省（自治区）の資源生産性の計算結果を図-6に示す。

図-6より、経済レベルの高い東部地域には資源生産性の高い省が多く、経済レベルの低い西部地域には資源生産性の低い省が多いことがわかった。

ただし、資源生産性が一番高い省でも毎人あたりの生産性は6,000円を超えてないことがわかる。これは、日本の2000年の資源生産性（28.2万円/人）³⁵⁾と比べて、非常に低いレベルである。今後、中国の各地域の資源生産性を向上させる必要がある。

また、資源生産性の省間の格差は非常に大きい。例えば、一番低い山西省は1,000円/人以下であり、当然、前述のように、本研究では生産量ベースを用いて資源生産性を計算したので、資源輸出型の山西省などに対して過小評価、資源輸入型の上海などに対して過大評価になる可能性があるが、図-6を見ると、各省（自治区）間の格差は明らかである。特に資源豊富な山西省、内蒙古、貴州、寧夏などの省は低い。

また、本研究と先行研究との整合性をチェックするため、表-5に本研究と先行研究の結果を示す。ここで、中国全体の資源生産性は各省のGDPおよびDMIの総和から計算した。

表-5より、本研究の計算結果は先行研究より過大評価の傾向がある。国レベルの計算結果と先行研究との差は

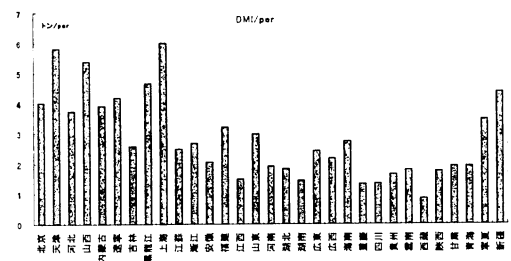


図-5 各省（自治区）の一人当たり直接物質投入

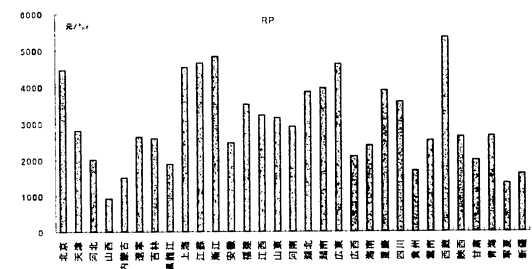


図-6 各省（自治区）の資源生産性

表-5 RPの計算結果と先行研究との比較 (単位: 元/トン)

		先行研究		本研究
国	中国	孫啓宏ら(2007)	2152. 69	2983. 1
	中国	段寧ら(2008)	2473	
省	上海	黄曉芬ら(2007)	552. 55	4536. 0
	遼寧	徐明ら(2006)	1627. 08	2632. 2
	広東	張音波ら(2007)	2343. 3	4623. 0

小さいが、省レベルの計算結果と先行研究との差は大きい。特に、上海市の場合、ほぼ8倍の違いがある。本研究で用いたGDPは先行研究と同じく元ベースの実質値を用いているため、RPの計算結果が先行研究と大きく差を生じた原因は物質投入の違いだと思われる。ただし、表-1に示すように、先行研究の詳細な項目は不明であり、この違いの原因は詳しく解明できていない。

また、上海市のRPを計算する際に、表-2に示したように本研究では原材料である鉱物資源、すなわち鉄鉱石、銅鉱石、硫鉄鉱物、リン鉱石、原塩などの10種類を計上しているが、表-1に示したように黄曉芬らの研究では金、銅、アルミ、などの2次生産品も計上しているため、これら双方の研究結果は異なっていると考えられる。

前述のように、先行研究のデータの収集状況について不明な点が多く、評価された資源生産性の値にばらつきがあり、結果の信頼性を欠く恐れがある。しかし本研究では、DMIの項目を明らかにし、さらに、中国の31の省において項目を統一したため、結果の信頼性が高いものと考えられる。但し、データの収集は統計データに依存しているため、欠損値がある可能性があるため、資源生産性の計算結果は過大評価の傾向がある。これは今後の課題である。

(4) 経済発展の要因分析

次に、要因分析を用いて、資源生産性と経済発展レベル関係を考察する。図-7と表-6に各省（自治区）別の要因分析の結果を示す。

図-5と表-5より、経済レベルが高い東部の省を考察すると、北京、上海、福建、山東の四つの省は資源生産性

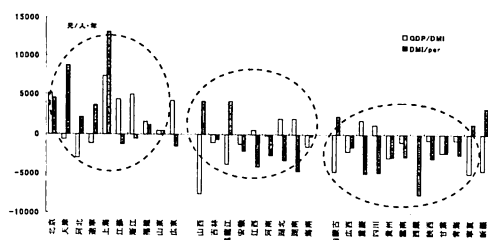


図-7 各省（自治区）の経済発展レベルに関する要因分析

表-6 各省（自治区）の経済発展レベルに関する要因分析

区域	省（自治区）名	省（自治区）の数	資源生産性 要因	資源投入 要因
東部	上海、北京、福建、山東	4 (13%)	+	+
	浙江、江蘇、広東	3 (10%)	+	-
	天津、河北、遼寧	3 (10%)	-	+
中部	湖南、湖北、江西	3 (10%)	+	-
	黒龍江、山西	2 (6%)	-	+
	海南、河南、安徽、吉林	4 (13%)	-	-
西部	四川、重慶	2 (6%)	+	-
	新疆、内蒙古、寧夏	3 (10%)	-	+
	青海、陝西、雲南、甘肅、 広西、貴州、西藏	7 (22%)	-	-

要因と投入要因が同じくプラスの効果であり、広東、江蘇、浙江の3つの省は資源生産性要因がプラスの効果、投入要因がマイナスの効果であるため、資源生産性要因がプラスの効果の省は合計7つとなっている。これら以外の天津、遼寧、河北の3つの省は、投入要因はプラスの効果、効率要因はマイナスの効果であることをわかった。この3つの省の資源生産性については、今後の改善が望まれる。

次に、経済発展が遅い中部と西部の省を考察する。この2つの地域には資源生産性要因と投入要因が同じくプラスの効果がある省は1つもない。また、資源生産性要因がプラスの効果の省は中部の湖南、湖北、江西と西部の四川、重慶の合計5つである。しかし、これら5つの省の投入要因のマイナスの効果は大きい。これらの省の資源生産性はプラスの要因として地域の経済発展を支えたが、物質投入は不足していると考えられる。

中部の山西、黒龍江、西部の新疆、内蒙古、寧夏の5つの省で投入要因はプラスの効果、効率要因はマイナスの効果であることがわかった。これらの省はいずれも資源の豊富な地域であり、生産された資源は自地域だけではなく、その他の地域の経済発展をも支えた。ただし、本研究で各省の産業構造（分業構造）と地域間相互依存関係をデータの制約上、詳細に考察することができないが、これらの地域の資源生産性は大きなマイナスの効果があるため、今後の資源生産性の改善が急務であることが考えられる。

それ以外の11の省の効率要因及び投入要因は同じくマイナスの効果があることをわかった。これらの地域は資源の投入及び効率の改善ともに急務であることが明らかとなった。

また、資源生産性要因がマイナスの効果の省は中部が6つ、西部が10つの合計16の省となり、東部の経済レベルの高い地域より多い。資源生産性が低いことが経済発展を阻害していると考えられる。

以上の分析より、今後、中国が循環経済へ進む際に、先進国の経験を学び、全体的には資源生産性を向上していく必要があると考えられる。一方、中国では資源生産性の違いに地域差があるため、省（自治区）の各自の特徴を考慮したうえで対策を実施する必要がある。たとえば、経済発展が遅い中部と西部の大部分の省は資源生産性が低い、特に、資源の豊富な山西、内蒙古、寧夏の今後の資源生産性の向上が急務である。

近年、中国では持続可能な発展戦略の一環として、経済発展モデルの転換を視野に入れた「循環経済」の実現に取り組みつつあり、さらに、「循環経済促進法」が施行されることになったが、内容はまだ概念のレベルでとどまっているため、今回の資源生産性の地域格差と各省（自治区）の特徴をい極めて、より具体的な政策を取る必要があると考えられる。

5. まとめ

本研究は中国の資源生産性に地域格差が存在すると考え、中国の31の省（自治区）の直接物質投入とその資源生産性を評価した。この結果、中国の各地域の直接物質投入の構造とその特徴及び資源生産性の地域偏在性を明らかにした。また、これらの結果と経済指標を組み合わせることで考察することにより、省（自治区）の経済発展と資源生産性との関係を明らかにした。そのうえで、今後の中国の循環経済形成へ向けた方策を議論した。

以下、本研究で得られた知見をまとめる。

- 1) 中国の直接物質投入量の地域性は鮮明である。沿海部では輸入が大きい、内陸では小さい。また、資源豊富な省（自治区）は自地域の資源に依存し、その他の地域からの移入も少ない。
- 2) 中国の31の省（自治区）を対象として資源生産性を計算した結果、中国の資源生産性が一番高い省でも、日本などの国と比べて低いことがわかった。また、資源生産性の地域格差は非常に大きい。
- 3) 資源生産性の高い省（自治区）は上海、北京、浙江、広東と江蘇などの沿海部に集中する。逆に、資源生産性の低い省（自治区）は山西、寧夏、甘肅、内蒙古などの資源の豊富な内陸地域に集中する。これらの地域の資源生産性の向上が重要である。
- 4) 全体的には、経済発展レベルが高くなると、資源生産性も高くなる傾向が見られた。ただし、湖南、湖北、四川、重慶、江西、西藏などのような資源生産性は比較的高いものの、経済発展レベルを表す一人当たりGDPは比較的に低い地域もある。
- 5) 要因分析により、各省(自治区)の経済発展レベルと資源生産性の関係が明らかとなった。これに基づき、

今後の中国が目指すべき循環型社会を構築するために必要な各省(自治区)の大きな役割を示した。

本研究では、各省(自治区)の資源生産性の特徴を明確にする目的から、中国の31省（自治区）を対象に、データの収集項目を統一した。しかし、データの収集は統計データに依存しているため、欠損値がある可能性があるため、資源生産性の計算結果は過大評価の傾向にある。これは今後の課題である。

また、資源生産性の省間の違いの要因がデータの制約によって本研究で議論することができなかった。今後、データの入手が可能であれば、さらに考察する必要がある。

謝辞：本研究は、環境省地球環境研究総合推進費（S-6-4）「経済発展に伴う資源消費増大に起因する温室効果ガス排出の抑制に関する研究」（代表：森口祐一）の一環として行われたものである。記して深謝する。

付録

注1) 「中国標準石炭換算」はエネルギー量を石炭に置き換えて計算したもので、中国標準石炭換算1kg=29.2706MJにて換算³⁶⁾。

注2) 「微調整」とは、もともと「東部」に入った海南省が「中部」、「中部」にあった「内蒙古」が「西部」、そして、「東部」に入った広西が「西部」に入られたことである。

参考文献

- 1) 森口祐一：物質フロー分析からみた人間活動と環境負荷、環境システム研究、Vol.25、pp. 557-568、1997。
- 2) 森口祐一、松井重和、南斎規介、寺岡淳、加河茂美、橋本征二：環境・資源効率指標のための物質投入産出表の試作、環境経済・政策学会 2002 年大会報告要旨集、pp. 194-195、2002。
- 3) 森口祐一、松井重和：循環資源のマテリアルフロー分析のための物質投入産出表の設計、第13回廃棄物学会研究発表会講演論文集、pp. 54-56、2002。
- 4) 後藤尚弘、内藤ゆかり、胡洪宮、藤江幸一：地域ゼロエミッションを目指した愛知県物質フローの解析、環境科学会誌、Vol.14、No. 2、pp. 211-219、2001。
- 5) 天野耕二、可用千裕：マテリアルフロー分析に基づいた建築分野における木材の炭素収支について、環境システム研究論文集、Vol.32、pp. 57-63、2004。
- 6) 田畑智博、岩本薫、奥田隆明、森杉雅史、井村秀文：地域廃棄物管理のためのマテリアルバランス表の作成、環境システム研究、Vol.31、pp. 287-296、2003。
- 7) 陳効述、喬立佳：中国経済-環境系統的物質流分析、自然資源学報、Vol.15、第1期、pp. 17-23、2000。
- 8) 陳効述、趙婷婷、郭玉泉：中国经济系統的物質輸入与輸出

- 分析, 北京大學學報(自然科學版), Vol. 39(4), pp. 538-547, 2003.
- 9) 孫啓宏, 李艷萍, 段寧, 毛玉如, 趙一平, 潘鵬: 基于EW-MFA方法的我國1990-2003年資源利用與環境影響特性研究, 環境科學研究, Vol.20(1), pp. 108-113, 2007.
 - 10) 段寧, 柳楷玲, 孫啓宏, 李艷萍: 基于MFA的1995-2005年中國物質投入與環境影響研究, 中國人口・資源與環境, Vol.18(6), pp. 105-109, 2008.
 - 11) 王軍, 周燕, 劉金華, 岳思羽: 物質流分析方法的理論及其應用研究, 中國人口・資源與環境, Vol.16(4), pp. 60-64, 2006.
 - 12) 鄭友發, 王青, 胡伯, 顧曉薇: 瀋陽市物質投入分析, 東北大學學報, Vol.29(10), pp.1487-1493, 2008.
 - 13) 棲俞, 石磊, :邯鄲市物質流分析, 環境科學研究, Vol.21(4), pp.201-204, 2008.
 - 14) 鐘若愚: 深圳資源生產率的變遷及其影響, 開放導報, No. 4, pp.71-75, 2008.
 - 15) 張音波, 夏志新, 陳新庚, 彭曉春: 物質流分析方法的區域可持續發展動態研究, 資源科學, Vol. 29(6), pp. 212-218, 2007.
 - 16) 張音波, 陳新庚, 彭曉春, 桑燕鴻: 廣東省環境經濟系統的物質流分析, 環境科學研究, Vol. 28(5), pp. 1021-1031, 2008.
 - 17) 黃曉芬, 諸大建: 上海市經濟-環境系統的物質輸入分析, 中國人口・資源與環境, Vol.17(3), pp. 96-99, 2007.
 - 18) 徐明, 賈小平, 石磊, 張天柱: 遼寧省經濟系統物質代謝的核算及分析, 資源科學, Vol.28(5), pp. 127-133, 2006.
 - 19) 趙塵, 王大明, 張正雄: 木材采運系統物質流與能量流模式的分析, 南京林業大學學報, Vol.32 (5), pp. 37-40, 2008.
 - 20) 陳偉強, 石磊, 錢易: 2005 年中國國家尺度的鋁物質流分析, 資源科學, Vol.30(9), pp. 1320-1326, 2008.
 - 21) 郭學益, 宋瑜, 王勇: 我國銅資源物質流分析研究, 自然資源學報, Vol.23(4), pp. 665-673, 2008.
 - 22) 蔡九菊, 王建軍, 張琦, 李広双: 鋼鐵企業物質流・能量流及其對 CO₂ 排放的影響, 環境・環境科學研究, Vol. 21(1), pp. 196-200, 2008.
 - 23) 陳超, 胡聃, 文秋霞, 張大康: 中國水泥生產的物質消耗和環境排放分析, 安徽農業科學, Vol. 35(28), pp. 8986-8989, 2007.
 - 24) 青山周: 急進展する中国の環境政策と日本の対応, 中国科學技術月報, 第 22 号, 2008. http://www.spc.jst.go.jp/report/200807/toku_ao.html.
 - 25) <http://www.ndl.go.jp/jp/data/publication/legis/23701/02370109.pdf>.
 - 26) 日本環境省編: 循環型社会白書, pp20, pp30, 2003.
 - 27) 森口祐一編: マテリアルフローデータブック—日本を取りまく世界の資源のフロー—第 2 版, 独立行政法人国立環境研究所, 2003.
 - 28) 中国國家統計局: 中国能源統計年鑑 2000~2002, 中国統計出版社.
 - 29) 中国國家統計局: 中国統計年鑑 2001, 中国統計出版社.
 - 30) 中国國家統計局: 中国林業年鑑 2001, 中国統計出版社.
 - 31) 各省(自治区)統計局: 各省(自治区)の統計年鑑 2001, 中国統計出版社.
 - 32) 中国税関総署, 國家經濟貿易委員會: 《石材生産品加工貿易基準(HDB/JC001-2000)》の通知(署税[2001]153号) 2001.
 - 33) 張宏武: 中国の經濟發展に伴うエネルギーと環境問題, 溪水社, 2003.
 - 34) 日本環境省編: 循環型社会白書, pp24, 2003.
 - 35) 林家彬: 中国の内陸開發と交通インフラ整備について, 第 20 回 運輸政策セミナー, 2001.
 - 36) 独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開發機構: 中国における I T S 技術の導入可能性及び普及戦略に関する調査, pp17, 2005.

THE ANALYSIS OF RESOURCE PRODUCTIVITY AND ECONOMY DEVELOPMENT IN EACH PROVINCE OF CHINA

Feng SHI, Hidefumi IMURA, Osamu HIGASI, Akio ONISHI

In recent year, it has been converted to recycling society because that the rising of demand of resources is become a bottleneck of economy development in china. Therefore, in this study, we focus resource productivity (RP) that is important indicator of recycling society and was analyzed the RP of 31 province (autonomous) of china. As a result, in China, the RP is greatly differences between the provinces. The RP is high in advanced province that is located in coast region and low in lagged region that is located in inland region. So, development of RP of lagged region is urgent task for realize recycling society in china.