

中国の鉄スクラップ需要予測

玉城 わかな*・五十嵐 佑馬*²・藤巻 大輔*²・林 誠一*³・友田 陽*⁴
松野 泰也*⁵・長坂 徹也*⁶

Forecast for Demand and Supply of Steel Scrap in China

Wakana TAMAKI, Yuma IGARASHI, Daisuke FUJIMAKI, Seiichi HAYASHI, Yo TOMOTA, Yasunari MATSUNO and Tetsuya NAGASAKA

Synopsis : Quantitative data on development of steel production in China were collected and examined to estimate the scrap demand in 2010. Taking several influential factors into consideration, it is speculated the amount of scrap increase from 2003 is 15 million tons. This will be covered by in-house scrap, suggesting little increase of scrap import. Moreover, the scrap will be used mainly for basic oxygen converter and hence high quality scrap will be requested.

Key words: steel scrap; China; scrap imports; scrap supply; scrap demands; pig iron demands; steel making.

1. 緒言

2004年世界の粗鋼生産の合計は10億トンを超え¹⁾、銑鉄生産量と還元鉄生産量は過去最高を記録した。わが国においても1億トンを超えて、過去3番目に多い粗鋼生産量を記録し、特殊鋼の生産量は過去最高を記録した²⁾。世界で最も粗鋼生産量が多かったのは中国で、2億トンを超えた¹⁾。そして中国国内の鉄源需要をまかなうため、日本から中国への銑鉄・還元鉄・スクラップを合計した鉄源輸出量は330万トンに達し、そのうちスクラップ輸出量は200万トンを超えている³⁾。そのため、日本からのスクラップ輸出にとって、中国は最大の市場となっている³⁾。また、スクラップ国内炉前価格は、少なからず輸出価格の影響を受けるようになってきた。

今後、日本国内で発生が予想されるスクラップの使用法などを考えるとき、輸出量の動向の把握は必至である。それには、まず輸出先の国の今後の鉄源需要について見極める必要がある。

日本においては、国内に投入された鉄鋼製品や鋼構造物が老朽化し、屑化した老廃スクラップが増加すると予測されている⁴⁾。その発生増分をどのように利用するのか、日本における鉄スクラップの需給動向を考える必要がある。その手段の一つの方法として、日本からのスクラップ輸出量が100万トンを超えている国における、鉄源需給動向を

把握することが挙げられる。本研究では中国を対象とし、2003年までの中国国内における原料需給の解析を行い、中国における銑鉄需給の推移、製鋼用鉄スクラップ消費量の推計、中国国内における鉄源需給の予測（将来の製鋼設備計画をもとにしたスクラップ需要量の予測）を行うことで、中国における2010年のスクラップの需給動向を予測した。

2. 中国における銑鉄需給の推移

中国における銑鉄需給の推移をFig. 1に示す。2003年の銑鉄生産量は2億トンを超え、過去最高の2億331万トン¹⁾となった。同年における中国国内の銑鉄見かけ消費量は、輸出量が40万トン⁵⁾、輸入量が65万トン⁵⁾であることから2億356万と推計された。

銑鉄の輸出量は1994年から2000年間までの7年間の推移をみると、200万トンから550万トンの間で推移している。しかし、2001年以降は2001年68万トン、2002年40万トンと減少している。この減少は国内鉄鋼消費量が増加したことが要因と考えられる。

一方、銑鉄の輸入量は1993年に100万トンを超えたがその後は減少し、1996年から2000年までの間では10万トン以下となっていたが、2001年に前年比24倍の48万トンとなった。生産量を国内見かけ消費量で除算した銑鉄国内調

平成17年11月1日受付 平成18年1月12日受理 (Received on Nov. 1, 2005; Accepted on Jan. 12, 2006)

* (株) 日鉄技術情報センター市場調査部、茨城大学大学院生 (Market Research Department, Japan Technical Information Service, Graduate Student of Ibaraki University, 2-6-3 Otemachi Chiyoda-ku Tokyo 100-8071)

*2 東京大学大学院生 (Graduate Student Department of Materials Engineering, Graduate School of Engineering, University of Tokyo)

*3 (株) 日鉄技術情報センター市場調査部 (Market Research Department, Japan Technical Information Service)

*4 茨城大学理工学研究科応用粒子線科学専攻 (Institute of Applied Beam Science, Graduate School of Ibaraki University)

*5 東京大学大学院工学系研究科マテリアル工学専攻 (Department of Materials Engineering, Graduate School of Engineering, University of Tokyo)

*6 東北大学大学院環境科学研究科 (Graduate School of Environmental Studies, Tohoku University)

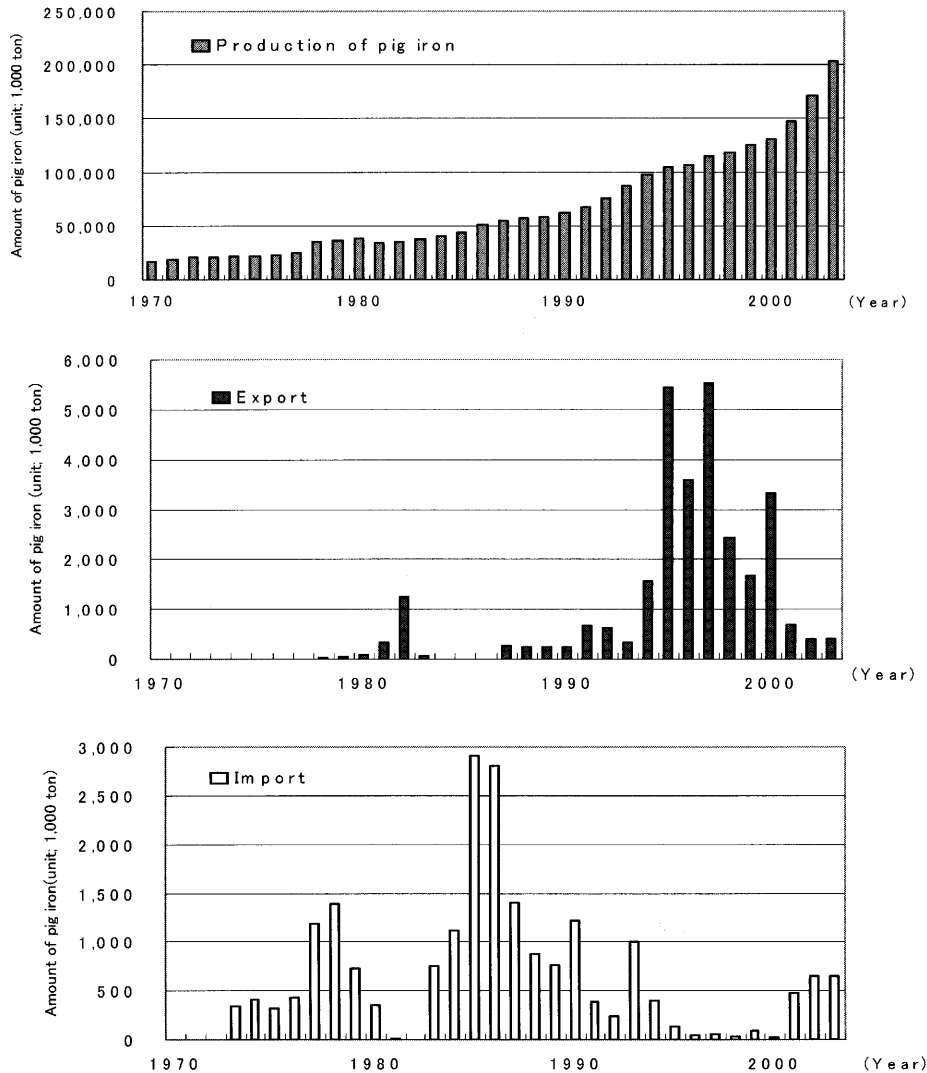


Fig. 1. Variation of pig iron: production, import and export in China.

達率は、2003年時点で0.99を超えており、中国における銑鉄需給は自給化が達成されている。

3. 製鋼用スクラップ消費量の推計

製鋼用スクラップ消費量は、2つの手法で推計した。1つは、粗鋼生産量を基に鉄源消費量を推計し、その値から前章で求めた銑鉄消費量を差し引いたものを、製鋼用スクラップ消費量とする推計である。他方は、粗鋼1トン当たり消費したスクラップの量である、製鋼法別のスクラップ消費原単位により算出する手法である。本章ではそれぞれの結果を示すとともに、2つの手法の比較を行った。

3.1 銑鉄消費量から推計したスクラップ消費量の推計調査

2002年における中国国内で生産された銑鉄の用途をみると、製鋼用は93.1%、鋳物用が6.6%、その他0.3%がフェロマンガング用となっている⁶⁾。1981年から2002年までの用途別の推移をFig. 2に示す。1981年では製鋼用72.5%、

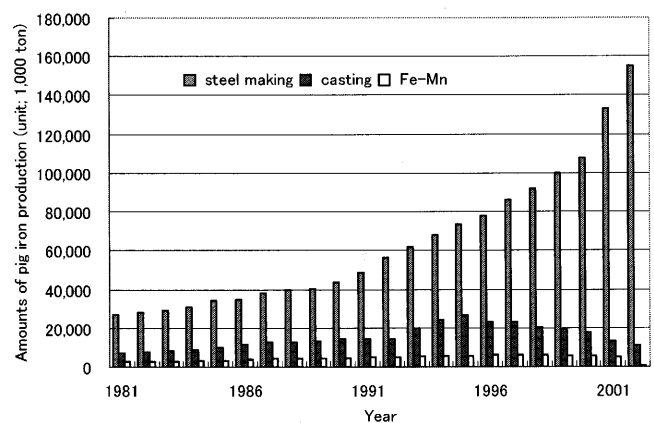


Fig. 2. Variation of pig iron production and its usages in China.

鋳物用19.6%、フェロマンガング用7.9%となっている。鋳物用銑鉄は、1995年に25.2%となったがその後減少し、またフェロマンガング用は、1985年に8.0%となった後減少している。2002年では、国内の鉄鋼生産に見合った製鋼用が

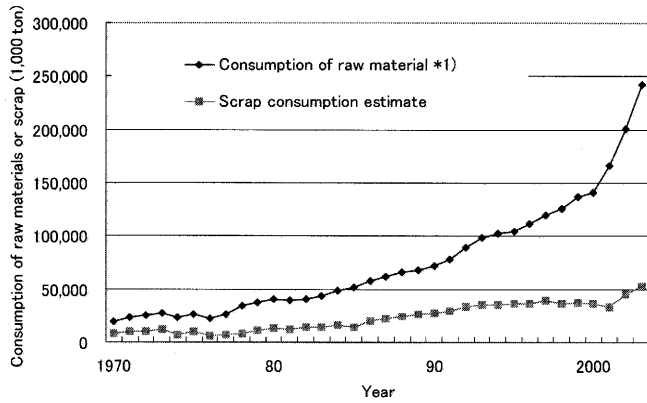


Fig. 3. Variation of total raw materials and scrap consumption in China.

90%以上を占めていることが、各用途の特徴として挙げられる。

前述の結果を踏まえて、銑鉄消費量からスクラップ消費量を推計した。国内で生産された分以外の銑鉄の輸出量と輸入量は用途が不明である。そのため今回の推計では、輸出分及び輸入分は全て製鋼用銑鉄と仮定し、製鋼部門でのスクラップ消費量は次の方法で推計した。

粗鋼生産量を¹⁾を1.1倍したものを鉄源消費量と仮定した。ここで、1.1倍という数値を用いたのは、日本において、製鋼用鉄スクラップ消費量と製鋼用銑鉄消費量の合計が、粗鋼生産量に対して1994年から2003年までの10年間の平均で1.1倍であるためである。この鉄源消費量から製鋼用銑鉄の見かけ消費量を減算したものを、製鋼部門におけるスクラップ消費量とみなした。その推計結果をFig. 3に示す。

推計の結果、2003年では製鋼用スクラップ消費量は5280万トンとなった。1970年から2003年までの製鋼用スクラップ消費量の推移をみると、1990年代では3300万トンから3900万トンの範囲で推移していたが、2002年には前年より1000万トン増の4500万トン、さらに2003年は2002年を約800万トン上回った。

3.2 消費原単位から推計したスクラップ消費量

スクラップ消費原単位は中国鋼鉄統計⁷⁾に掲載されており、転炉(B.O.F.)及び電炉(E.F.)の原単位は1983年より毎年公表されている。

2002年の消費原単位は、転炉で109 kg/t、電炉で760 kg/tである。中国における平炉(O.H.F.)での粗鋼生産は2002年で1.6万トン⁸⁾であり、既に廃止されているため、本推計では対象外とした。なお、平炉の消費原単位は、1984年から1992年まで発表されている。1992年は266 kg/tであった。

1983年から2002年までの過去20年間の、転炉及び電炉の消費原単位の推移をFig. 4に示す。転炉が横ばいで推移しているのに対して、電炉では減少傾向を示している。転炉での消費原単位は、2000年の100 kg/tから2002年は

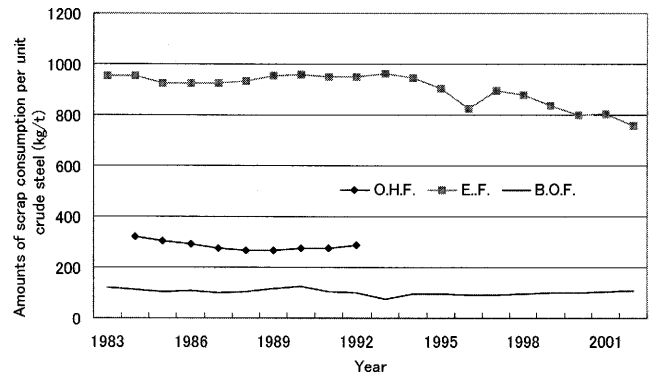


Fig. 4. Changes in scrap consumption per unit amounts of crude steel in three kinds of furnaces; O.H.F.: Open Hearth Furnace, E.F.: Electric Furnace and B.O.C.: Basic Oxygen Converter in China.

109 kg/tと推移した。一方、電炉では1993年の962 kg/tを最高に、その後低下し2002年には760 kg/tとなっている。2002年は1993年比21%減となっているが、特に1995年以降より減少率が大きい。

2003年の消費原単位を2002年値と同値と仮定し、2003年の製鋼部門におけるスクラップ消費量を推定すると、電炉では2800万トン、転炉では1990万トンとなり中国国内での製鋼用スクラップ消費量の合計は4800万トンとなった。この結果は前年の3900万トンより925万トンの増加である。2002年～2003年の増加率は電炉で26.9%、転炉では20.6%であり、電炉でのスクラップ消費増加率が高い。

3.3 2つの手法による推計結果の比較

銑鉄消費量から算出した製鋼用スクラップ消費量(3.1節)と、公表されているスクラップ消費原単位から推計した製鋼用スクラップ消費量(3.2節)を、2003年値と比較した場合、前者では5280万トンに対し、後者では4800万トンとなり、前者が490万トン上回った。この差は、後者の推計結果の9.8%にあたる。また、2002年でも660万トン差異があった。この差異の要因には、輸出入銑鉄の用途が不明なこと、還元鉄など他の鉄源があることなどが考えられるため、その量と用途についての把握が今後の課題である。また、銑鉄消費量から製鋼用スクラップ消費量を算出するにあたり(3.1節)、粗鋼生産量を1.1倍したものを鉄源消費量と仮定したが、この係数1.1に関しても、さらなる検討が必要であると考えられる。

3.4 中国におけるスクラップの供給源

3.4.1 輸入スクラップ

中国の電炉にとって、鉄スクラップは主原料であるにも係わらず、国内調達量が需要を充たしきれないため、電炉での粗鋼生産の増産は原料の輸入に頼らざるを得ない。このためスクラップの輸入量は、1999年335万トン、2000年510万トン、2001年980万トンと飛躍的に増加⁹⁾し、その後も2002年に785万トン、2003年には930万トンと推移している。

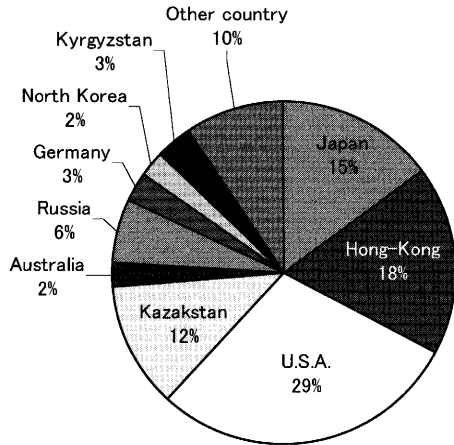


Fig. 5. Countries exported scrap to China and their percentages in 2003.

次に2003年のスクラップの輸入元をFig. 5に示す。構成比は日本(15.0%)、香港(17.7%)、アメリカ(28.9%)、カザフスタン(12.0%)等である¹⁰⁾。著者らのヒヤリング調査等¹¹⁾により、香港分の80%以上が日本からの輸出されたもの、つまり日本から香港経由で中国に輸入されたものと推定されたので、これが正しいと仮定すると、中国の輸入スクラップ市場に占める日本のシェアはアメリカと同等となる。日本、アメリカ、カザフスタンの上位3ヶ国の合計シェアは70%となった。

輸入スクラップの品位については、著者らのヒヤリング調査¹¹⁾によると、同じシュレッダースクラップでも、アメリカは厚みがあり使いやすいという評価に対し、日本では主として高張力鋼板が用いられているので、薄く不純物も混在すると認識されている。また使用済み自動車をプレスしたAプレスや容器をプレスしたCプレスは、内部に異物混入の事例が過去にあり、日本からの輸入は現在禁止となっている。これらを背景に、日本からのスクラップ輸出は高炉リターン屑を主体としていると考えられる。

3.4.2 国内調達スクラップ

中国国内で調達されるスクラップには、鉄鋼メーカーで発生する自家発生スクラップと、国内で回収される市中スクラップがある。さらに市中スクラップは、鋼材を素材にして製品を製造するメーカーで発生する加工スクラップと、鋼構造物が老朽化して発生する老廃スクラップに分けられる。しかし自家発生スクラップ、加工スクラップ及び老廃スクラップのすべてに関する発生量と購入量のデータは、著者らが知る限り存在しない。そこで本推計ではまず自家発生スクラップを推計し、残りを市中スクラップとした。

中国国内の製鋼用スクラップ消費量は、3.2節より4800万トンである。製鋼部門の鉄スクラップ消費量は80%程度であり、その他製造業においても鉄スクラップ需要が存在すると言われている¹²⁾。そこで、中国における鉄スクラップの総需要は5800万トンであると設定すると、スク

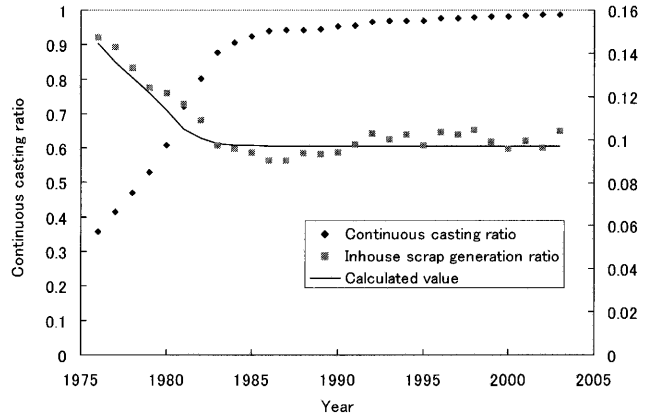


Fig. 6. Relation between continuous casting ratio and in-house scrap generation ratio in Japan.

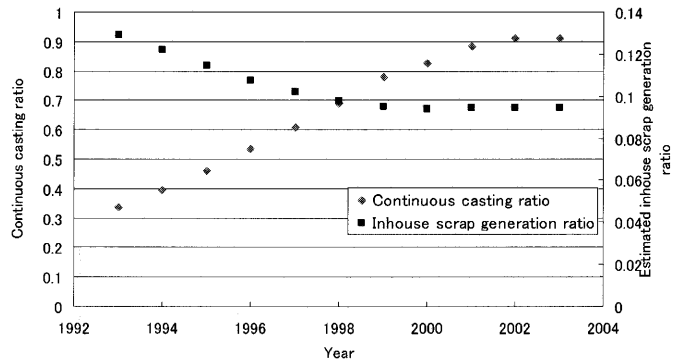


Fig. 7. Relation between continuous casting ratio and in-house scrap generation ratio in China.

ラップの輸入量930万トンを除いた残り4870万トンが国内から調達されたスクラップとみなすことができる。そのうち自家発生スクラップの発生量については、業界で一般的に用いられている手法を基に推計した。

一般的に、自家発生スクラップの発生量は、連続鋳造化の進展と逆相関すると考えられている。本推計では、まず、1976年から2003年までの26年間において、日本の連続鋳造比率¹³⁾と自家発生スクラップ発生率¹⁴⁾との相関式(1)を、最小二乗法により求めた。日本の連続鋳造比率と自家発生スクラップ発生率、相関式によって求められる自家発生スクラップ発生率をFig. 6に示す。そして、相関式と中国の連続鋳造比率を用いて、中国における自家発生スクラップ発生率を推計した。中国の連続鋳造比率と、相関式により求められた自家発生スクラップ発生率をFig. 7に示す。中国の連続鋳造比率のデータは、1993年から得ることができた。相関式を導出するためのデータの範囲を1976年からとしたが、これは1993年における中国の連続鋳造比率が1976年における日本の連続鋳造比率の35%と等しい¹⁵⁾ためである。

$$y=0.1262x^2-0.2448x+0.2157 \dots\dots\dots(1)$$

ここでyは自家発生スクラップ発生比率、xは連続鋳造比

率を表す。回帰分析の結果、決定係数は0.9151であった。

推計の結果、中国における2003年の粗鋼生産2億2000万トンに対する自家発生スクラップは、2070万トンと算出された。従って、国内から調達された4870万トンから、自家発生スクラップ発生量2070万トンを除いた、残り2800万トンが市中スクラップ量となる。その結果、自家発生スクラップは国内調達分の43%を占めると推定された。

4. 2010年におけるスクラップの需要予測

4.1 製鋼設備計画

2010年におけるスクラップの中国国内における需要を予測するために、まず2003年9月に中国鋼鉄工業協会が予測した2010年の製鋼設備見通し¹⁶⁾をTable 1に示す。転炉と電気炉をあわせた製鋼設備は、2003年の519基で製鋼能力が2億4700万トンから、2005年には653基で3億6600万トン、2010年には703基で4億4500万トンの増加を見込んでいる。2003年と比較して基数では184基、製鋼能力では1億9800万トンの増加である。

また2003年から2005年までの生産能力の増加分のうち95%、2003年から2010年までは96%を、転炉での増加分が占める。このことから粗鋼生産能力全体に占める電気炉での粗鋼生産能力の割合は、2002年では16.7%、2003年では14.2%であったが、2005年には10.9%、2010年には9.4%に低下することになる。

4.2 2010年の中国におけるスクラップの需要量予測

4.1節で整理した中国鋼鉄工業協会予測による製鋼設備計画¹⁶⁾を基に、2010年の生産能力に対する稼働率を設定して粗鋼生産量を求めた。次に2002年のスクラップ消費原単位が2010年まで一定であると仮定して、中国における2010年のスクラップ需要量を求めた。その結果をTable 2に示す。

この結果を炉別にみると、転炉での稼働率を80%と設定したとき、転炉での粗鋼生産は2003年より1億3920万トン増加した3億2240万トンとなった。また、転炉におけるスクラップ消費量は2003年より1510万トン増加した3500万トンとなった。

電炉では設備計画¹⁶⁾が2003年より200万トンの増加であるため、スクラップ消費量は70万トン増加の2870万トンとなった。転炉と電気炉でのスクラップ消費量を合計すると、2010年の製鋼用スクラップ需要量は6370万トンとなった。つまり2003年より1570万トンの増加である。

4.3 スクラップの供給源

前項で推計したスクラップ需要量の増分に対し、供給源を考える。まず自家発生スクラップの発生量を推計する。2010年の連続鑄造比率は2003年の日本と同値¹³⁾に設定すると、粗鋼生産量増分は1億4000万トンであるから、自家

Table 1. Officially reported plans of investments for steel production equipments in China.

Year		2003	2005	2010	2010-2003
Total	Production capacity (Unit: 1,000 ton)	247,000	366,000	445,000	198,000
B.O.F.*1)	Cardinal number	324	448	493	169
	Production capacity (Unit: 1,000 ton)	212,000	326,000	403,000	191,000
E.A.F.*2)	Cardinal number	195	205	210	15
	Production capacity (Unit: 1,000 ton)	35,000	40,000	42,000	7,000

*1) Basic Oxygen Furnace

*2) Electric Arc Furnace

Table 2. Scrap consumption forecast based on the equipments investing plans in China.

		2003 year	2010 year	Difference
B.O.F.*1)	Equipment ability(Unit: 1,000 ton)	212,000	403,000	191,000
	Production of crude steel (Unit: 1,000 ton)	183,200	322,400	139,200
	Utilization rates(Unit: %)	86.4%	80.0%	
	Scrap consumption per crude steel (Unit: kg/t)	108.6kg/t	108.6kg/t	
	consumption(Unit: 1,000 ton)	19,895	35,000	15,105
E.A.F.*2)	Equipment ability(Unit: 1,000 ton)	40,035	42,000	1,965
	Production of crude steel (Unit: 1,000 ton)	36,800	37,800	1,000
	Utilization rates(Unit: %)	91.9%	90.0%	
	Scrap consumption per crude steel (Unit: kg/t)	760kg/t	760kg/t	
	consumption(Unit: 1,000 ton)	27,975	28,700	725
Total	Equipment ability(Unit: 1,000 ton)	252,035	445,000	192,965
	Production of crude steel (Unit: 1,000 ton)	220,000	360,200	140,200
	Utilization rates(Unit: %)	89.1	81.3	
	Scrap consumption per crude steel (Unit: kg/t)	241.9		
	consumption(Unit: 1,000 ton)	47,870	63,700	15,830

*1) Basic Oxygen Furnace

*2) Electric Arc Furnace

発生スクラップの発生量は2003年より1800万トン増加する。従って、需要量増分の1570万トンのうち、1800万トンは自家発生スクラップの増分でまかなえると考えられる。

また鉄鋼製品や鋼構造物の蓄積量の増加¹²⁾より、中国国内で回収される市中スクラップの発生増加も予想される。これらの予測から、2003年のスクラップの輸入量約1000万トンから増加する要因は少ないと予想した。

さらに4.1節で述べたように、2010年までの粗鋼生産増分は主に転炉で行われることから、消費原単位が現行のまま推移するならば、転炉でのスクラップ消費量も増加すると予測される。これらの予測を背景に、不純物含有量が少ない等、国内調達分及び輸入スクラップ分に対して品位の要求はより高まることと想定される。

5. 結言

中国における製鋼用スクラップ需要量は、2003年の

4800万トンから2010年では6370万トンと、1570万トンの増加予測となった。その増加分の供給源は、自家発生スクラップの発生増分の1800万トンで補充できる試算となった。すなわち、2003年で約1000万トンあるスクラップ輸入量は、粗鋼生産の増加とともに増えることはないと考えられる。また、製鋼設備計画¹⁶⁾を整理することにより、スクラップの需要は転炉で増加することが予測された。その結果より、国内調達分及び輸入分に対してスクラップの品位への要求が高まることが想定される。

本研究の一部は（独）科学技術新興機構、戦略的創造研究推進事業・社会技術研究（公募型プログラム「循環型社会」）の御援助を受けた。付記して謝意を表す。

文 献

- 1) Production news flash, (2005.5), International Iron and Steel Institute.
- 2) Production news flash, (2005.5), The Japan Iron and Steel Federation.
- 3) The yearbook of ferrous raw materials, The Japan ferrous raw materials association (2003), 38.
- 4) W.Tamaki, S.Hayashi, Y.Tomota: *Trans. Mater. Res. Soc. Jpn.*, **29** (2004), 1897.
- 5) Steel Statistical Yearbook, China Iron and Steel Association, (2003), 93, 98.
- 6) Steel Statistical Yearbook, China Iron and Steel Association, (2003), 4.
- 7) Steel Statistical Yearbook, China Iron and Steel Association, (2003), 86.
- 8) Steel Statistical Yearbook, International Iron and Steel Institute, (1998), 58.
- 9) Steel Statistical Yearbook, International Iron and Steel Institute, (2003), 105.
- 10) Chinese Maritime Customs Statistics, Finance Part.
- 11) JATIS, Private Letter
- 12) China Iron and Steel Association, (2004.6), Press Information.
- 13) Handbook for Iron and Steel Statistics, The Japan Iron and Steel Federation, (2003), 46.
- 14) It calculates based on the annual report. The Yearbook of Ferrous Raw Materials, The Japan Ferrous Raw Materials Association, (2003), 18.
- 15) Handbook for Iron and Steel Statistics, The Japan Iron and Steel Federation, (1977), 46.
- 16) China Iron and Steel Association, (2003.9), Press Information.