

国際協力事業団
テュニジア国
工業省
環境国土整備省

No. 7

テュニジア国 産業廃棄物リサイクル計画調査

最終報告書

1998年12月

JICA LIBRARY



J 1147294 [1]

株式会社エックス都市研究所

鉦調工

JR

98-178



1147294(1)

国際協力事業団
テュニジア国
工業省
環境国土整備省

テュニジア国
産業廃棄物リサイクル計画調査

最終報告書

1998年12月

株式会社エックス都市研究所

序 文

日本国政府は、チュニジア共和国政府の要請に基づき、同国の産業廃棄物リサイクル計画調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施しました。

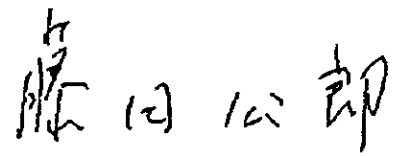
当事業団は、1997年11月から1998年10月までの間、4回にわたり株式会社エックス都市研究所の大野真里氏を団長とし、株式会社エックス都市研究所の団員から構成される調査団を現地に派遣しました。

調査団は、チュニジア共和国政府関係者と協議を行うとともに、現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、チュニジア共和国における産業廃棄物リサイクルの推進に寄与するとともに、両国の友好親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心から感謝申し上げます。

1998年12月



国際協力事業団

総裁 藤田公郎

伝達状

平成 10 年 12 月 15 日

国際協力事業団
総裁 藤田公郎 様

国際協力事業団の鉱工業開発調査である「チュニジア国産業廃棄物リサイクル計画調査」(実施期間 1997 年 10 月～1998 年 12 月)は、以下の 3 点、すなわち、

- 1) 資源の有効利用および資源・素材輸入の削減により、チュニジア国の経済発展に寄与する。
 - 2) 産業廃棄物の有効利用により、廃棄物を削減し、環境への負荷軽減に寄与する。
 - 3) 経済活動としてのリサイクルを振興することにより、チュニジアの産業の発展に寄与する。
- ことを目的として、調査を実施してまいりました。

調査では、同国における産業廃棄物の排出状況を踏まえ、チュニジア国側カウンターパートとも協議の上、同国におけるリサイクル有望な品目として鉄と紙を選定し、そのリサイクル事業に関するプレ F/S を実施いたしました。

今般、所定の調査を完了し、その結果を最終報告書(和文仏文各本編と要約)として貴事業団にご提出しますことを、ご報告申し上げます。

本調査の実施にあたりましては、貴事業団鉱工業開発調査部工業開発調査課、貴事業団チュニジア事務所および在チュニジア国日本大使館に多大なるご助力をいただきましたことに感謝申し上げます。

本調査が、チュニジア国におけるリサイクル事業の振興に役立つとともに、今後の同国の経済発展および日本とチュニジアとの親交に資することを願い、ここに調査の完了をご報告申し上げます。

チュニジア国産業廃棄物リサイクル計画調査
調査団団長

株式会社エックス都市研究所第 2 研究本部長
大野真里



目次

1	イントロダクション	1-1
1.1	調査の背景	1-1
1.2	調査の目的	1-1
1.3	調査の基本方針	1-2
1.4	調査の構成と経緯	1-2
1.5	報告書	1-4
1.6	セミナーの実施	1-5
2	社会経済状況・動向	2-1
2.1	社会状況・動向	2-1
2.2	経済状況・動向	2-3
2.3	産業概況	2-5
2.4	外国貿易	2-9
3	資源利用実態とマテリアルバランスの推定	3-1
3.1	資源利用および生産・輸出入の現状	3-1
3.2	マクロ・マテリアル・バランス	3-6
4	廃棄物の処理実態	4-1
4.1	全体発生量	4-1
4.2	都市廃棄物の発生・処理状況	4-3
4.3	産業廃棄物の発生と処理の状況	4-9
4.4	リサイクルの現状	4-28
4.5	産業廃棄物の処理・リサイクルの課題	4-29
5	品目別リサイクルの現状とリサイクルの推進の方向	5-1
5.1	鉄	5-1
5.2	紙	5-14
5.3	アルミニウム	5-21
5.4	鉛	5-29
5.5	亜鉛	5-35
5.6	プラスチック	5-40
5.7	廃タイヤ	5-55
5.8	有機汚泥	5-59
5.9	無機汚泥	5-60
5.10	スラグ	5-69
5.11	鋳物砂	5-79

6	磷酸石膏の利用方法の検討.....	6-1
6.1	石膏製品の需要.....	6-1
6.2	磷酸石膏の発生・処理状況.....	6-4
6.3	磷酸製造プロセス.....	6-6
6.4	磷鉱石及び磷酸石膏の品質.....	6-8
6.5	日本及び世界の磷酸石膏の利用の経験.....	6-12
6.6	磷酸石膏の利用方法と利用可能性の検討.....	6-15
6.7	磷酸石膏の製品への影響と品質管理.....	6-18
6.8	磷酸石膏の利用を推進するための課題.....	6-21
6.9	硝酸を利用したリン酸製造技術の可能性.....	6-23
7	特定有望品目のリサイクル可能性の検討.....	7-1
7.1	鉄.....	7-1
7.2	紙.....	7-6
7.3	プラスチック.....	7-11
7.4	アルミニウム.....	7-16
8	プレF/Sの対象と目的.....	8-1
8.1	プレF/Sの対象の選定.....	8-1
8.2	プレF/Sの目的.....	8-1
9	鉄のリサイクルの推進.....	9-1
9.1	鉄のリサイクルの現状と課題.....	9-1
9.2	鉄再生工場（電炉工場）の開発計画.....	9-8
9.3	鉄スクラップ・シュレッダー工場の整備計画.....	9-29
9.4	電炉工場開発事業の実施可能性の評価.....	9-39
9.5	鉄スクラップ・シュレッダー工場の実施可能性の評価.....	9-52
10	紙のリサイクルの推進.....	10-1
10.1	紙のリサイクルの現状と課題.....	10-1
10.2	再生パルプ工場の開発計画.....	10-7
10.3	古紙回収システムの整備計画.....	10-28
10.4	再生パルプ事業の実施可能性の評価.....	10-37
11	廃棄物処理及びリサイクルの政策・施策状況.....	11-1
11.1	法律・制度.....	11-1
11.2	廃棄物、リサイクルに係る施策動向.....	11-15
11.3	リサイクルに関わる経済政策・手段.....	11-22
11.4	結論.....	11-25

12	リサイクル促進のための政策・施策.....	12-1
12.1	全般的状況.....	12-1
12.2	リサイクルの現状と課題.....	12-3
12.3	リサイクルの政策.....	12-11
12.4	重点施策.....	12-19
13	結論と提言.....	13-1
13.1	結論.....	13-1
13.2	提言.....	13-6
ANNEX	プレF/Sの事業性評価に関する計算表.....	A-1

1 イントロダクション

1.1 調査の背景

1.1.1 第8次5ヵ年計画

チュニジア国の第8次5ヵ年計画では、開発に向けた基本方針として以下の5項を掲げている。

- 1) 環境および自然への配慮
- 2) 雇用の創出・人的資源の活用
- 3) 農業の重点化
- 4) 輸出の促進
- 5) 民間投資の促進

産業廃棄物のリサイクルは同じく第8次5ヵ年計画に置いて重要課題の一つとなっている。チュニジア国政府は産業廃棄物処理設備の輸入関税の免除などにより、リサイクル活動振興に努めているが、産業廃棄物の発生・排出状況が把握が不完全であるなど、解決すべき問題が残されている。チュニジア国政府は、短期目標としてリサイクルの推進を、また長期目標として、持続的なリサイクルシステムの整備をすすめるため、我が国に技術協力を要請した。

この要請を受けて、国際協力事業団は平成8(1996)年8月にプロジェクト選定確認調査団を、平成8(1996)年11月にはプロジェクト形成基礎調査団をチュニジア国へ派遣し、調査目標、調査内容について予備的な協議を行った。平成9(1997)年6月には本件の事前調査団を派遣し、調査内容を最終的に確認するとともに、本件の実施細則(S/W)を確定し、署名を取り交わした。

1.2 調査の目的

本調査では、チュニジア国の産業廃棄物のリサイクル事業を振興することにより、以下に掲げる効果を得ることを目的とする。

- 1) 資源の有効利用および資源・素材輸入の削減により、チュニジア国の経済発展に寄与する。
- 2) 産業廃棄物の有効利用により、廃棄物を削減し、環境への負荷軽減に寄与する。
- 3) 経済活動としてのリサイクルを振興することにより、チュニジア国の産業の発展に寄与する。

1.3 調査の基本方針

1) テュニジア国側カウンターパートとの密接な連携

本調査は単にリサイクル事業の推進にとどまらずテュニジア国の産業政策にも影響を及ぼすため、テュニジア国側カウンターパートとの十分な意思疎通、密接な連携のもとに調査をすすめる。

2) 国の役割・施策に関する適切な提言

リサイクル推進に係る国の役割・施策の提言にあたり、カウンターパート機関である工業省、環境・国土整備省のそれぞれの役割を十分に考慮し、テュニジア国の国家行政・施策に適合した形で提言する。

3) 技術移転の推進

本調査の現地調査を通じて、調査の方法論や実務などに関する技術移転をすすめる。また、品目ごとのリサイクルガイドラインを提示する際には、日本でのリサイクル事例やその他先進的な事例を紹介し、技術移転をはかる。

1.4 調査の構成と経緯

(1) 調査団

本調査の実施コンサルタントは株式会社エックス都市研究所である。

(2) カウンターパート

本調査のカウンターパート機関は、テュニジア国工業省と環境・国土整備省である。

ステアリングコミッティは国際協力庁、工業省傘下の各産業技術センターや環境・国土整備省傘下の環境技術センターなどから構成された。ステアリングコミッティの構成機関を表1.4-1にまとめた。

(3) 調査の構成

本調査は大きく以下の3段階からなる。

- a) 産業廃棄物の発生・排出インベントリーの作成
- b) リサイクル有望な品目の選定と追加調査、プレF/S対象品目の選定
- c) 上記対象品目のリサイクルプラント建設・運営に関するプレF/Sの実施

調査の結果、プレF/Sの対象品目として、鉄と紙を選定した。

また、上記の調査と平行して、テュニジア国の懸案課題である燐酸石膏のリサイクル方策を検討するため、発生状況、工程、品質などについての調査を行った。

調査団の調査工程は表 1.4-2に示した。

表 1.4-1 ステアリングコミティの構成機関

<u>工業省およびその関連機関</u>	Ministère de l'industrie
工業省工業総局産業振興課	Direction général de l'industrie
鉱山局	Direction générale des mines
工業規格研究所 (INNORPI)	Institut national de normalisation et de propriété industrie
機械・電気産業技術センター (CETIME)	Centre technique des industries mécaniques et électriques
包装技術センター (Pack Tech)	Packaging technical center
化学技術センター (CTC)	Centre technique de la chimie
建設材料技術センター (CTMCCV)	Centre technique des matériaux construction, ceramique et verre
繊維技術センター (CETTEX)	Centre technique du textiles
木材・内装技術センター	Centre technique bois et ameublement
センター (CNCC)	CNCC:
工業振興庁 (API)	Agence de promotion de l'industrie
<u>環境・国土整備省およびその関連機関</u>	Ministère de l'environnement et de aménagement de territoire
産業廃棄物課	Direction de le contrôle des déchets industrielle
環境保護庁 (AMPE)	Agence national de protection de l'environnement
テュニス環境技術国際センター (CITET)	Centre international de technologies de l'environnement de Tunis
<u>外務省</u>	Ministère de Affaires étrangères
<u>経済開発省</u>	Ministère du développement économique
<u>テュンジア商工業ユニオン (UTICA)</u>	Union Tunisienne de l'industrie, de commerce et de l'artisanat
<u>グループシミック</u>	Groupe Chimique

表 1.4-2 調査団の作業工程

作業段階	作業期間	主要な作業内容
国内準備作業	1997年10月8日～10月17日 (0.33ヶ月)	インセプション作成
第1次現地作業	11月8日～12月13日 (1.20ヶ月)	産業廃棄物インベントリ作成
第1次国内調査	12月25日～1998年1月13日 (0.67ヶ月)	インテリム(1)作成
第2次現地調査	2月15日～3月26日 (1.33ヶ月)	リサイクル有望品目の選定
第2次国内作業	5月12日～5月31日 (0.67ヶ月)	インテリム(2)作成
第3次現地調査	6月1日～7月10日 (1.33ヶ月)	リサイクル事業プレF/S
第3次国内作業	7月20日～8月17日 (0.97ヶ月)	ドラフトファイナル作成
ドラフトファイナル説明	10月8日～10月17日 (0.33ヶ月)	ドラフト説明・協議
ファイナルレポート作成	11月2日～11月11日 (0.33ヶ月)	ファイナルレポート作成・提出

1.5 報告書

本調査で作成・提出した報告書は以下の通りである。

タイトル	提出年月	作業段階
インセプションレポート	1997年11月	第1次現地調査開始時
プロGRESS(1)	1997年12月	第1次現地調査終了時
インテリム(1)	1998年2月	第2次現地調査開始前
プロGRESS(2)	1998年3月	第2次現地調査終了時
インテリム(2)	1998年6月	第3次現地調査開始前
プロGRESS(3)	1998年7月	第3次現地調査終了時
ドラフトファイナル	1998年9月	ドラフトファイナル説明前
ファイナルレポート	1998年12月	

1.6 セミナーの実施

また、本調査中に実施したセミナー・ワークショップは以下のとおりである。これらのセミナーではそれぞれ資料を作成・配布した。

セミナータイトル	開催年月日
日本の産業廃棄物リサイクル	1997年12月2日
燐酸石膏および重金属を含む汚泥のリサイクル	1998年6月8日
非鉄金属のリサイクル	1998年6月22日
マテリアルバランスおよび紙と鉄のリサイクル	1998年6月26日
鉄と紙のリサイクル事業推進の方向性	1998年10月13日

A. 実態編

2 社会経済状況・動向

2.1 社会状況・動向

2.1.1 テュニジア国の概況

a) 地理

テュニジア共和国は、アフリカ大陸の北部に位置しており、西はアルジェリアと、南東はリビアと接している。国土面積は162,155km²である。北部から東部にかけて地中海に面しており海岸線の延長は1,298kmである。国土の南北長は南北740kmと細長い。平野部は東部沿岸に始まり、内陸部までゆるやかな傾斜で広がっている。南部にはグラン・エルグ・オリエンタル砂漠 (The Grand Erg Oriental)が広がり、北部にはアルジェリアから連なるアトラス山脈がある。

b) 気候

国土が南北に長い為、地域によって気候が大きく異なる。北部及び沿岸地域では地中海気候であり、内陸部や南部はステップ気候である。

一般に寒冷期に雨量が多く、年間降雨量の75%が寒冷期に降る。年間の平均降雨量は北部では800mm、南では50-150mmである。テュニジア国の季節別平均降雨量を表 2.1-1に示す。

表 2.1-1 季節別平均降雨量

単位：mm

	秋	冬	春	夏	年間合計
平均降雨量	210	188	122	33	553

出典: State of the Environment in Tunisia 1996

c) 人口

テュニジア国の総人口は9,325,000人(1996年推定)であり、1995年から2000年までの年間平均増加率は1.81%と予測されている。出生率の低下により2005年には増加率は1.3%に減少し、2015年に1.1%、2030年には0.9%まで減少すると予測されている。

都市化は1960年代から着実に進んできている。1996年度版テュニジア国環境白書(環境国土整備省)によると、1994年の都市人口は全人口の61%であったが、2010年には75%にまで増加すると予測されている。都市は東部沿岸に集中している。人口密度の全国平均は54.1人/km²(1994年)であるが、都市部ではいっそう過密であり、大都市への人口集中は増加の一途である。テュニジア国の主要な都市を表 2.1-1に示す。

表 2.1-2 主要都市の人口と割合

都市名	人口	総人口に占める割合 (1995年)
テュニス (首都) Tunis	890,092	10.1 %
スファックス Sfax	732,865	8.3 %
ナベウル Nabeul	579,864	6.6 %
アリアナ Ariana	568,818	6.4 %
カイロウアン Kairouan	530,725	6.0 %
ビゼルト Bizerte	484,250	5.5 %
スース Sousse	435,075	4.9 %

出典: Tunisia Basic Data (1996)

テュニジア国に関する主要な社会指標を表 2.1-3に示す。

表 2.1-3 主要な社会指標

言語	アラビア語 (公用語) フランス語 (日常使用される) 英語, イタリア語 (地域による)
宗教	イスラム教 (99 %) キリスト教, ユダヤ教
識字率	男女 66.7 % (1995年) 男性 78.6 %, 女性 54.6 %
貨幣	ディナール (DT) 外貨交換率 (1997年12月現在) 1.00 DT = 114円 (100円 = 0.874DT) 1.00 DT = US\$ 0.88
出生率	22.7 % (1994年)
死亡率	5.1 % (1994年)
出生時平均余命	男女 73.6 才 (1996年) 男性 71.27才, 女性 74.03才

出典: Tunisia Basic Data (1996)

2.2 経済状況・動向

2.2.1 経済成長

世界経済が停滞を続けた中で、チュニジア国の経済は1996年も引き続き成長を続けた。1996年のGNPは176億ドルに達し、一人当たりGNPは1,930米ドル、成長率は6.9%であった。

表 2.2-1 テュニジア国のGDPの推移

	1993	1994	1995	1996
一人当たりGNP (US\$) ¹⁾	1,720	1,790	1,820	1,930
一人当たりGNPの購買力平価(国際\$) ¹⁾	4,780	5,020	5,000	4,550
GDP総額 (100万US\$) ¹⁾	12,784	15,770	18,035	19,516
GDP成長率 (%) ²⁾	2.0	3.4	2.5	6.9

出典: 1) 世界銀行 2) テュニジア中央銀行

製造業は、1994年に7.7%、1995年は若干低下したが4.6%の成長を遂げた。観光業も1994年に9.7%、1995年に2.0%の成長を遂げた。一方、農水産業は1994年に-9.9%、1995年には-9.9%のマイナス成長となった。

1998年以降もチュニジア経済は成長すると予測される。同国の第9次国家開発5ヶ年計画によれば、1997年から2001年の間のGDP年間平均成長率は6.2%、一人当たりGDPは1,776米ドルになると予測している。国債のGDP比率については、1997年の2.2%から2001年には1.7%に低減すると予想される。

2.2.2 経済状況

近年の経済の着実な成長を背景に、チュニジア国は低所得国から中所得国に格上げされた。1956年の国民所得は一人当たり300米ドルであったが、1994年には1,840米ドルに達している。国内金融諸機関からは同国の経済構造改革は「模範的成功」と評価されたが、解決すべき課題もある。失業率は1980年代後半に14%前後であったが、1991年に16.0%、1993年には16.2%まで悪化している。

政府は近年、緊縮財政を続けており、1996年度予算では財政支出の抑制と民営化の促進による経済改革をすすめている。しかし赤字予算分は前年度より21.4%増の19億9500万DTに増加している。1996年度の予算(案)については詳細を表 2.2-2に示す。

表 2.2-2 1996年度の予算 (案)

単位: 百万DT

	1995年度	1996年度	増減率%
歳入	4,951	5,253	5.7
- うち 税金	(3,925)	(4,100)	(4.5)
歳出	6,595	7,230	9.6
- うち 経常支出	(3,235)	(3,462)	(7.0)
- うち 投資	(1,295)	(1,386)	(7.0)
債務返済	2,065	2,383	15.4
- うち 国外債務返済	(949)	(994)	(4.7)
債務充当分	1,644	1,995	21.4
- うち 国外債務	(736)	(818)	(11.1)

2.2.3 国際収支

1980年から1995年間の経済の成長にともない、チュニジア国の輸出入量は拡大したが、同国の国際収支の構造に大きな変化は見られなかった。1980年以来、貿易赤字は徐々に悪化し続け、1995年には倍額になっている。1996年度のGDPに対する貿易赤字の比率は4.0%であった。表 2.2-3にチュニジア国の国際収支の推移（1980年と1995年との比較）を示す。

表 2.2-3 テュニジア国の国際収支 (1980年と1995年との比較)

単位: 百万US\$

比較年	1980	1995
輸出	3,356	8,098
輸入	4,119	9,646
移転収支	410	811
経常収支	-353	-737

2.3 産業概況

2.3.1 第一次産業

農産物の生産量は過去35年間上昇傾向にあるが、GDP比率では第二次・三次産業の比率が高まるにつれ、14%から18%程度を占めていた第1次産業は、現在は縮小傾向にある。しかし同産業の雇用数は、チュニジア国全体の雇用数の1/3を占めている。

420万haの耕作地のほぼ1/3は、穀物（主に硬質小麦）に利用されている。同程度が5500万本のオリーブ栽培に利用されており、世界有数のオリーブ油の生産国・輸出国となっている。その他の主な農産物は、ナツメヤシ、柑橘類、砂糖大根である。小麦以外の穀類は、国土中央部の平野で生産されている。内陸部から東部の海岸地域にかけて広がるサヘル地方はオリーブ栽培が、南部ではナツメヤシが有名である。

水産業は第一次産業に占める割合も大きく、全国で約25,000人の雇用がある。食品輸出では国内で二番目に重要な産業であるが、1988年から1993年までに年間4%の割りりで縮小している。漁獲高についても、1994年に若干の増加があったものの、1995年には再び停滞し87,000 tに留まった。沿岸漁業は、乱獲とガベス湾の汚染により大幅に縮小している。

1996年に水産業への投資を促進するための政府プログラムを開始した。目的は、加工工場を改善し、ヨーロッパ市場に見合う製品を輸出することである。水産物の輸出量は近年落ち込んでおり、1993年には16,000トン、9,000万DT（9500万米ドル）の輸出があったが、1995年には10,000トン、7,400万DT（7811万米ドル）まで減少している。

2.3.2 第2次産業

過去15年間にわたり第2次産業のGDPに占めるウエイトに大きな変化はなく、1980年代は32%、1990年代は34%と安定している。しかし、その中でもエネルギー部門の縮小と製造部門の拡大という変化があった。1980年代にエネルギー部門が第2次産業に占めたウエイトは30%であったが、1995年には17%まで縮小している。一方、製造業は1980年代の47%から1995年には60%にまで拡大した。

第2次産業の主要部門は、鉱業、エネルギー、食品、建設材、機械・電気機械、薬品、織物/衣料である。製造業が拡大傾向にあるものの、資本財、スベアパーツ、原料の分野では依然として輸入に依存している。

鉱業では、リン鉱石、鉛鉱、亜鉛鉱、鉄鉱石があり、中でもリン鉱石はチュニジア国の鉱業の中心である。1994年の鉱業部門における付加価値は実質9.7%、1995年には27.4%の増加をしている。1995年度チュニジア国中央銀行年次報告書（37th

Annual Report of the Central Bank of Tunisia on Tunisia's economic, monetary and financial activity in 1995) によると、鉄鉱石や非鉄金属資源は枯渇傾向にあり、鉱業部門は全体的に停滞まではいかずとも若干の成長に留まると見られる。

チュニジア国はリン埋蔵量が豊富で、世界有数のリン輸出国である。リン鉱山の大部分は南西部のガフサGafsa付近にある。リン鉱石の採掘は国営企業Campagnie des Phosphates de Gafsa (CPG)社が独占している。リンの国際価格の低迷、人件費とエネルギーコストの上昇の影響で一時は輸出減少傾向にあったが、1994年以降の世界的な景気回復により、1995年には生産量が1992年レベルまで回復した。表 2.3-1 にチュニジア国の鉱業生産量の推移を示す。

表 2.3-1 テュニジア国の鉱業生産量

種別	(1,000 t)					増減率(%) 1995/94
	1991	1992	1993	1994	1995	
燐酸カルシウム	6,352	6,335	5,476	5,565	6,302	13.2
鉄鉱石	379	332	354	288	225	- 21.9
鉛鉱石	1	1	1	3	11	266.7
亜鉛鉱石	9	4	2	23	80	247.8
螢石	38	14	1	1	2	100.0
重晶石 (バライト)	45	30	15	16	8	- 50.0
氷晶石	27	30	26	29	28	- 3.4
石灰石	578	528	551	508	412	- 18.9
海塩	441	460	435	528	319	- 39.6

エネルギー部門の縮小傾向は石油資源の枯渇による原油生産量の低下が原因である。

食料部門は、2年連続で襲った干ばつによる影響を受け、多くの作物で1995年の収穫高に減少が見られた。食料部門の付加価値は、1994年に実質ベースで7.9%に増加したが、1995年には6.6%に減少している。

オリーブ油はチュニジア国の主要輸出品であるが、1995年の生産量は激減している。1995年の生産量は70,000 t であり、1994年生産量の1/3レベルにまで減少したが、輸入植物油を原料とした食用油は好調であり、同時期に51,000 t から62,000 t へと増加した。

建設材の1995年の生産量は、国内外の需要の増加により増量したため、2.5%の成長を記録した。建設材部門は増産傾向であり、特にセメントと陶磁器については好調であった。

建設材の生産量を表 2.3-2 にまとめる。

表 2.3-2 建設材の生産量の推移(1991年-1995年)

品目	1991	1992	1993	1994	1995	増減率 (%)
						1995/1994
セメント (うち;白色セメント)	4,196 (150)	4,180 (182)	4,508 (241)	4,605 (203)	4,997 (230)	8.5
陶磁器	2,400	2,640	2,800	2,700	2,830	4.8
モザイク・タイル (1,000 m ³)	11,650	12,200	12,600	13,200	13,800	4.5
陶器タイル(1,000 m ³)	6,155	6,650	6,980	7,000	7,300	4.3
瓶・グラス	28	26	28	33	34	3.0

建設材生産部門での付加価値は1994年に実質3.6%であったが、1995年には5.3%を達成しており、製造産業全体の4.2%を上回っている。

鉄/鉄鋼部門では、1995年に中間製品の生産は増加したが、チュニジア国の主要最終製品である棒鋼は、前年の207,000 t から若干増加して212,000 t の生産量となった。

機械・電気産業では、自動車産業は主として組立産業であるが、1995年は低成長に留まった。家電産業も組立が主流であり、生産量は減少した。特にテレビ台数は1994年に103,000台であったが1995年には19%減少して83,000台であった。

チュニジア国の鉄/鉄鋼生産を表 2.3-3 に示す。

表 2.3-3 鉄/鉄鋼生産量の推移(1991年-1995年)

品目	1991	1992	1993	1994	1995	増減率 (%)
						1995/1994
鑄鉄	162	147	154	144	152	5.6
鑄鋼	1	1	-	-	-	-
可鍛鑄鉄	161	146	154	144	152	5.6
ピレット	193	181	182	183	201	9.8
棒鋼	214	209	207	207	212	2.4
線材	23	21	22	21	19	-9.5
形鋼	9	9	10	9	9	--

出典：Tunisia Central Bank 1995 report

チュニジア国の化学工業は1991年以降、年平均13%の成長を遂げているが、製薬産業の成長によるものである。現在、化学工業がGDPに占める割合は2.3%である。変動の激しい国際市場における競争の激しさを反映して、肥料、リン酸の生産量は近年、大きく変動している。しかし1994年からは、重過リン酸石灰（トリプル・スーパーフォスフェート）及びリン酸の生産・輸出の伸びが復調し始めている。チュニジア国の化学工業は、国営Group Chimique社の独占状態にあったが、近年では民間企業が塗料や接着材の分野に参入を始めている。

1995年の織物・皮革工業は伸び悩み、1994年の成長率11.3%を下回り、7%の成長率を達成するに留まった。

織物・皮革工業の生産量の推移を表 2.3-4にまとめる。

表 2.3-4 織物・皮革工業の生産量の推移(1991年-1995年)

製品	1991	1992	1993	1994	1995	単位：1,000 t
						増減率 (%) 1995/1994
綿糸	22.4	26.4	24.5	25.0	25.5	2.0
紡毛糸	7.0	7.1	7.0	7.1	7.2	1.4
織物(百万メートル)	109.2	116.7	126.7	133.0	142.3	7.0
服飾(百万ユニット)	123.7	133.7	138.5	157.6	175.7	11.5
靴下	15.6	16.5	18.2	20.2	21.9	8.4
カーペット	2.2	2.1	2.2	2.3	2.3	2.3
靴	21.4	22.4	23.9	26.4	28.5	8.0

2.3.3 第3次産業

観光国であるテュニジア国は、地中海地域の観光市場の2.3%を占めている。1995年の観光業がGDPに占める比率は6%であり、外貨獲得高の20%を占めた。しかし、1992年から1994年までの12.5%に比べ1995年は1.5%の伸び率にとどまった。観光業への投資は、国内総投資額の7% (31,200万米ドル) となっている。

2.4 外国貿易

2.4.1 テュニジア国の外国貿易の概要

テュニジア国の外国貿易は、近年、輸出入ともに着実に増加してきた。1988年には前年比26.2%1989年には31.5%と大きく伸びた。1990年になって減速したものの、依然として増加傾向にあり、1995年には輸出で10.1%、輸入で12.3%の伸びとなった。

2.4.2 輸出

テュニジア国の主要な輸出品は、織物、原油、オリーブ油、リン酸、化学肥料、魚類、ナツメヤシである。中でも織物の輸出がトップを占める。原油輸出は低下傾向にある。テュニジア国の主要品目に関する輸出の推移を表 2.4-1に示す。

表 2.4-1 主要輸出品目の輸出量の推移 (1993年-1995年)

単位：百万DT

品目	1993	1994	1995	増減率 % 1995/1994
織物	1,769.2	2,235.4	2,583.2	15.56
原油	455.4	441.6	436.9	-1.06
オリーブ油	177.2	305.2	216.6	-29.03
リン酸	120.8	170.2	190.8	12.10
化学肥料	219.4	274.8	324.0	17.90
魚類	89.8	82.6	74.1	-10.29
ナツメヤシ	47.7	56.9	50.1	-11.95

2.4.3 輸入

テュニジア国の主要な輸入品目は、原材料、半完成品、その他の消費財（織物、服飾、製薬、自動車、資本財、エネルギー、食品）である。国内資源が限られているため、輸入原材料への依存をせざるを得ない。テュニジア国の主要品目に関する輸入の推移を表 2.4-2に示す。

表 2.4-2 輸出品目の輸入量の推移 (1993年—1995年)

単位：百万DT

品目	1993	1994	1995	増減率 % 1995/1994
原材料、半完成品	1,828.9	1,898.4	2,186.8	15.19
消費財	1,946.1	2,284	2,478.8	8.53
内訳;				
織物	804.2	899.1	919.2	2.24
服飾	294.3	371.3	397.5	7.06
製薬	118.4	135.1	147.8	9.40
自家用車	138.7	202.9	225.7	11.24
資本財	1,520.7	1,451.2	1,463.3	0.83
エネルギー	457.1	471.7	511.3	8.40
食品	418.1	542.0	824.0	52.03

2.4.4 貿易相手国

チュニジア国の貿易相手国は、主としてヨーロッパおよびマグレブ諸国である。貿易相手国としては、輸出・輸入ともにフランス、イタリア、ドイツが上位にあがっており、米国との貿易も盛んに行われている。

日本への輸出品は主として魚類、パルプであるが、日本向けの輸出総額は1993年に1,450万DT、チュニジア国の輸出総額に占める割合は0.3%にすぎない。日本からの輸入品は、自動車、トラック、繊維機械、ゴムタイヤ、トラクター、その他走行車両で、日本からの輸入総額は1993年に9560万DT、チュニジア国の輸入総額に占める割合は1.3%にすぎない。1990年の輸出0.3%、輸入1.8%と比べても大きな変化はない。

チュニジア国の主要な貿易相手国を表2.5-3に示す。

表 2.4-3 テュニジア国の貿易相手国 (1995年)

国	輸 出		輸 入	
	額 (百万DT)	%	額 (百万DT)	%
フランス	1,451.6	28.1	1,912.2	25.6
イタリア	965.0	18.7	1,141.8	15.3
ドイツ	813.5	16.7	931.6	12.5
米国	65.2	1.3	377.8	5.1
ベネルクス三国 (Belgium, Luxembourg, Netherlands)	484.9	9.4	529.3	7.1
スペイン	209.2	4.0	311.1	4.2
リビア	181.7	3.5	192.5	2.6
アルジェリア	175.2	3.4	169.9	2.3
日本	14.5	0.3	95.6	1.3

出典: Tunisia Basic Data (1996)

3 資源利用実態とマテリアルバランスの推定

3.1 資源利用および生産・輸出入の現状

本節では、チュニジア国の主要資源の生産量・輸出入量を中心に資源の利用状況を概観した。一部の資源に関しては量的データが入手できず、生産額・輸出入額から資源利用実態をまとめた。

3.1.1 紙

チュニジア国の紙生産高はなだらかな上昇傾向にあり、紙産業の成長を読み取ることができる。同国の紙産業は、製紙業者が9社、紙加工業者約50社からなっている。アルファ（アフリカハネガヤという植物、国産）を原料とするパルプ製造業が1社あり、年間14,000 tの紙パルプを生産し、約1,000 t/年を輸出している。紙原料・紙製品の輸入は主として段ボール、加工紙、情報印刷紙であり、1995年には合計100,800 tを輸入している。一方、紙パルプと包装材を輸出している。

1992年から1996年の間において、紙・紙製品の生産および加工総額は僅かながらではあるが毎年上昇している。1996年の紙生産総額は453.4百万DTであり、1992年の329.3百万DTから、38%増加している。同期間におけるチュニジア国の紙産業の成長を表 3.1-1に示す。

表 3.1-1 国内紙産業の生産額の推移（1992年—1996年）

	1992	1993	1994	1995	1996
生産額	329.3	342.5	309.0	412.2	453.4

また、表3.1-2に示す通り、1992年—1996年まで輸出はほとんど伸びていないが、輸入の伸び率は比較的大きく、国内の紙消費が増加していることが推測される。紙産業の輸出入額の推移及び輸入超過額を表 3.1-2に示す。

表 3.1-2 紙産業の輸出入額の推移（1992年—1996年）

	1992	1993	1994	1995	1996
a) 輸入額	139.0	130.8	138.4	197.7	200.0
b) 輸出額	30.0	28.8	28.5	39.2	40.0
c) 輸入超過額	+109.0	+101.2	+109.9	+158.5	+160.0
(a) - (b)					

3.1.2 プラスチック

チュニジア国のプラスチック産業は急速に成長しており、1992年の153.9百万DTであったが1996年には2.8倍の434.7百万DTとなっている（表 3.1-3参照）。また表3.1-3に示す通り、1992年から1995年の輸入超過は1992年の139百万DTから毎年拡大し、1996年には242百万DTに達している。この輸入超過の拡大傾向は、国内におけるプラスチックの消費増加によるものと推測される。

表 3.1-3 国内プラスチック産業の生産額の推移（1992年－1996年）

単位: 百万DT

	1992	1993	1994	1995	1996
生産額	153.9	206.5	287.1	378	434.7

表 3.1-4 国内プラスチック産業の輸出入の推移（1992年－1996年）

単位: 百万DT

	1992	1993	1994	1995	1996
a) 輸入額	161	180.7	210.5	267.6	270
b) 輸出額	22	21.8	21.9	26.9	28
c) 輸入超過額	+139	+158.9	+188.6	+240	+242
(a) - (b)					

3.1.3 鉄・鉄鋼

(1) 鉄・鉄鋼

1960年代より機械・金属産業は、金属加工部門が国内工業生産額の約36%、鋼鉄及び地金、鉄部門は30%を占めるなど、チュニジア国の主要産業として発展を続けてきた。また自動車部門は、年間成長率10%で急成長しており、工業生産額の23%を占めている。表3.1-5に機械・金属産業の主要部門別の年間生産額を示す。

表 3.1-5 国内機械・金属産業の生産高の推移(1992年－1996年)

単位: 百万DT

部門	1992	1993	1994	1995	1996
鋳物	11.4	11.4	12.5	6.5	13.7
金属加工	17.8	20.0	29.4	34.7	30.0
機械・設備類	6.1	6.9	1.8	2.4	3.2
自動車、バイク、自転車	7.3	8.5	4.6	6.5	6.6
造船	2.2	2.1	1.0	1.6	1.6
合計	44.8	48.9	49.3	51.7	55.1

機械・金属産業における生産額は過去5年間で増加傾向にあるが、1992年には4,480万DTであった生産額は1996年には5,510万DTにまで着実に伸びている。各セクターにおける動向を図 3.1-1に示す

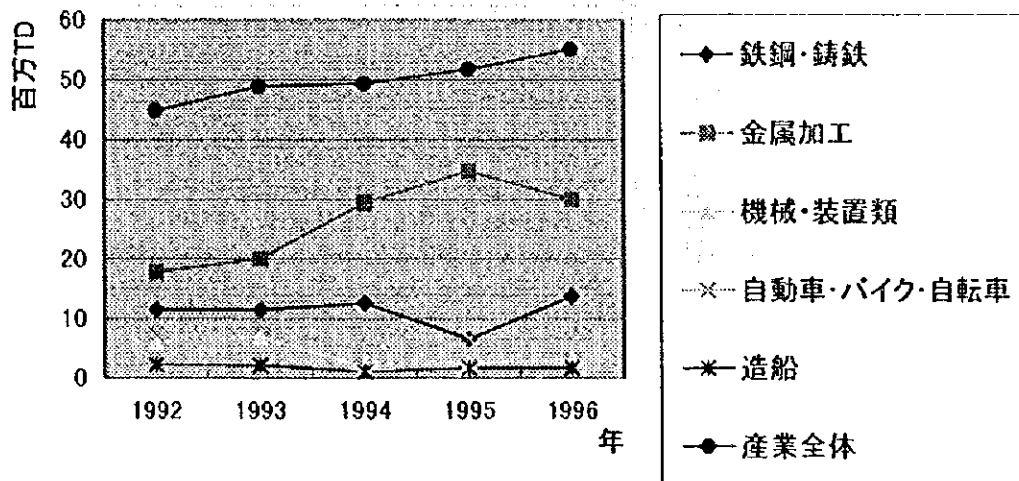


図 3.1-1 機械・金属産業における動向 (1992年・1996年)

表3.1-6に示す通り、1992年から1996年までの5年間で機械・金属産業の輸出額は大きく増加しているが、同期間の輸入に対する輸出の割合は29%から50%で変動している。

表 3.1-6 機械・金属産業の輸出入の推移 (1992年～1996年)

	単位: 百万DT				
	1992	1993	1994	1995	1996
a) 輸入額	302.0	360.7	444.0	581.5	662.0
b) 輸出額	86.5	148.0	224.0	224.0	261.0
c) 輸入超過額	215.5	212.7	220.0	357.5	401.0
(a) - (b)					
d) 輸出入比	28.6 %	41.0 %	50.4 %	38.5 %	38.5 %
(b) / (a)					

(2) 鋳鉄・鋳鋼

金属産業の中でも特に生産量の大きい鋳鉄・鋳鋼部門についての詳細を把握しておく必要がある。

チュニジア国の鋳鉄・鋳鋼部門は、国内生産量の約80%が、国内の二大業者であるSOFOMECA社とFonderies Réunies社によって生産されている。鋳鉄・鋳鋼の主要な用途としては、インフラ設備（下水、灌漑、導水管）の分野である。一方、産業機械（エンジン、パーツ等）の分野にも用途があるが、同分野では輸入品が主流である。

鋳鉄・鋳鋼からの部品生産量を表3.1-7に示す。1992年から1996年間の鋳鉄部門での生産量は、11,500 t から12,000 t で停滞しており、鋳鋼部門でも同様に停滞傾向にある。

表 3.1-7 鋳鉄・鋳鋼部門の生産量の推移（1992年—1996年）

単位：t

	1992	1993	1994	1995	1996
鋳鉄生産量	11,800	11,500	11,500	11,800	12,000
鋳鋼生産量	800	950	830	958	1,000
その他	3,060	2,350	2,500	2,650	3,200
合計	15,660	14,800	14,830	15,408	16,200

3.1.4 リン

チュニジア国の主要産業であるリン製造部門の生産量は非常に高いが、一方で国内消費量は停滞気味である。例えば国内最大のリン酸製造企業Le Groupe Chimique Tunisian社では、生産量の80%から95%を輸出している。

リン製品のうち最も生産量の多い製品はリン酸（54%）である。リン酸（54%）の生産量・輸出量等の推移を表 3.1-に示す。

表 3.1-8 リン酸（54%）の生産量・輸出量等の推移（1992年—1996年）

単位: 1,000 t

	1992	1993	1994	1995	1996
生産量	861	858	973	1018	1064
輸出量	506	492	610	633	635
輸出（前年度比）		- 2.8 %	23 %	3.7 %	0.3 %
生産量に対する輸出量の割合	70.1 %	74.4 %	59.5 %	60.8 %	67.5 %

リン製品の国内利用には、1992年から1995年までに若干の変動があっただけであるが、1996年に急増している。リン製品の輸出については、近年、上下している。また、1993年の輸出量の急減については、他の部門でも同様な傾向がある。したがって、リン酸の国内利用の変動よりも大きな経済要因が原因と考えられる。

3.1.5 タイヤ・ゴム

タイヤ・ゴムの生産額は1992年～1996年の間に倍増した。輸出額は増加してきているものの、輸入額もそれ以上に増加してきている。輸入額に対する輸出額の比率は1992年の35.8%から1996年には51.4%に向上したが、額で比べると輸入超過額が増大しており、国内のゴム需要が急速に高まったことがわかる。表3.1-9にタイヤ・ゴムの生産額の推移（1992年～1996年）を示す。また表3.1-10にタイヤ・ゴムの輸出入額の推移（1992年～1996年）を示す。

表 3.1-9 タイヤ・ゴムの生産額の推移（1992年～1996年）

単位：百万DT

	1992	1993	1994	1995	1996
生産額	67.1	78.0	91.3	105.0	125.0

表 3.1-10 タイヤ・ゴムの輸入量の推移（1992年～1996年）

単位：百万DT

	1992	1993	1994	1995	1996
輸入量	48.1	51.9	53.0	77.1	85.2
輸出量	17.2	18.0	29.2	34.2	43.8
輸入超過	30.9	33.9	23.8	42.9	41.4
輸入に対する 輸出の割合	35.8 %	34.7 %	55.1 %	44.4 %	51.4 %

3.2 マクロ・マテリアル・バランス

チュニジア国全体として、第1次原料をどのように利用し、製造、消費しているかを把握するため、国全体のマテリアルバランスを推定した。

一次原料および製品の国内生産量、輸出入量を表 3.2-1に示す。この量には石炭、石油、天然ガス（石油換算トン表示）といったエネルギーを含む。量的表示も含め、そのマテリアルフローを図3.2-1に示した。

表 3.2-1 一次原料と製品の輸出入量・国内生産量（1996年）

	一次原料 (千トン)	製品 (千トン)
(1) 輸出量	10,586	5,674
(2) 輸入量	10,664	4,729
(3) 国内生産量	29,512	20,652

まず、一次原料には国内生産品あるいは輸入品があり、これに産業廃棄物の一部がリサイクルされたものが加わり原料として投入される。これらは一次原料のまま輸出され、あるいは製品の製造に使用される。この際、一部は産業廃棄物となり、あるいはエネルギーとして一部消費される。すなわち、表 3.2-2の関係となる。

表 3.2-2 一次原料と製造段階の関係（1996年）

一次生産段階	(千トン)	製造段階	(千トン)
一次原料輸入	10,664	一次原料の輸出	10,586
一次原料国内生産	29,512	製品に加工	20,652
		産業廃棄物（廃棄処分）	7,355
リサイクル原料 （産業廃棄物由来）	2,453	産業廃棄物（リサイクル）	2,453
		製造工程中エネルギー消費	1,583
	42,629		42,629

次に、輸入された製品、国内生産された製品は、輸出あるいは国内消費される。消費の一部はエネルギーとして消費される分である。すなわち表 3.2-3の関係となる。

表 3.2-3 製造段階と消費段階の関係 (1996年)

製造段階	(千トン)	消費段階	(千トン)
製品輸入	4,729	製品の輸出	5,674
製品国内生産	20,652	国内消費	14,947
		エネルギー最終消費	4,760
	25,381		25,381

産業廃棄物の発生量は9,808,000トンで、そのうち、再度原料としてリサイクルされる分が2,453,000トン、廃棄処分される分が7,355,000トンである。図3.2-1ではリサイクル部分と廃棄処分部分を分けて記述した。廃棄処分7,355,000トンのうち磷酸石膏が約5,145,000トン、その他の産業廃棄物は2,210,000トンになると推定される。

産業廃棄物量は調査団のアンケート調査による推定と一致してはいるが、廃棄処分の推定値が大き目の推定値であると考えられる。その理由は、排水として排出された汚泥等が水分を含んだ量で集計データの中に含まれているため、水分を含んだまま推計したからである。この部分の数値については、慎重に検討する必要がある。

なお、推定に使用した一次原料の国内生産量を表 3.2-4、製品の国内生産量を表 3.2-5、原料・製品の輸出入量を表 3.2-6に示した。

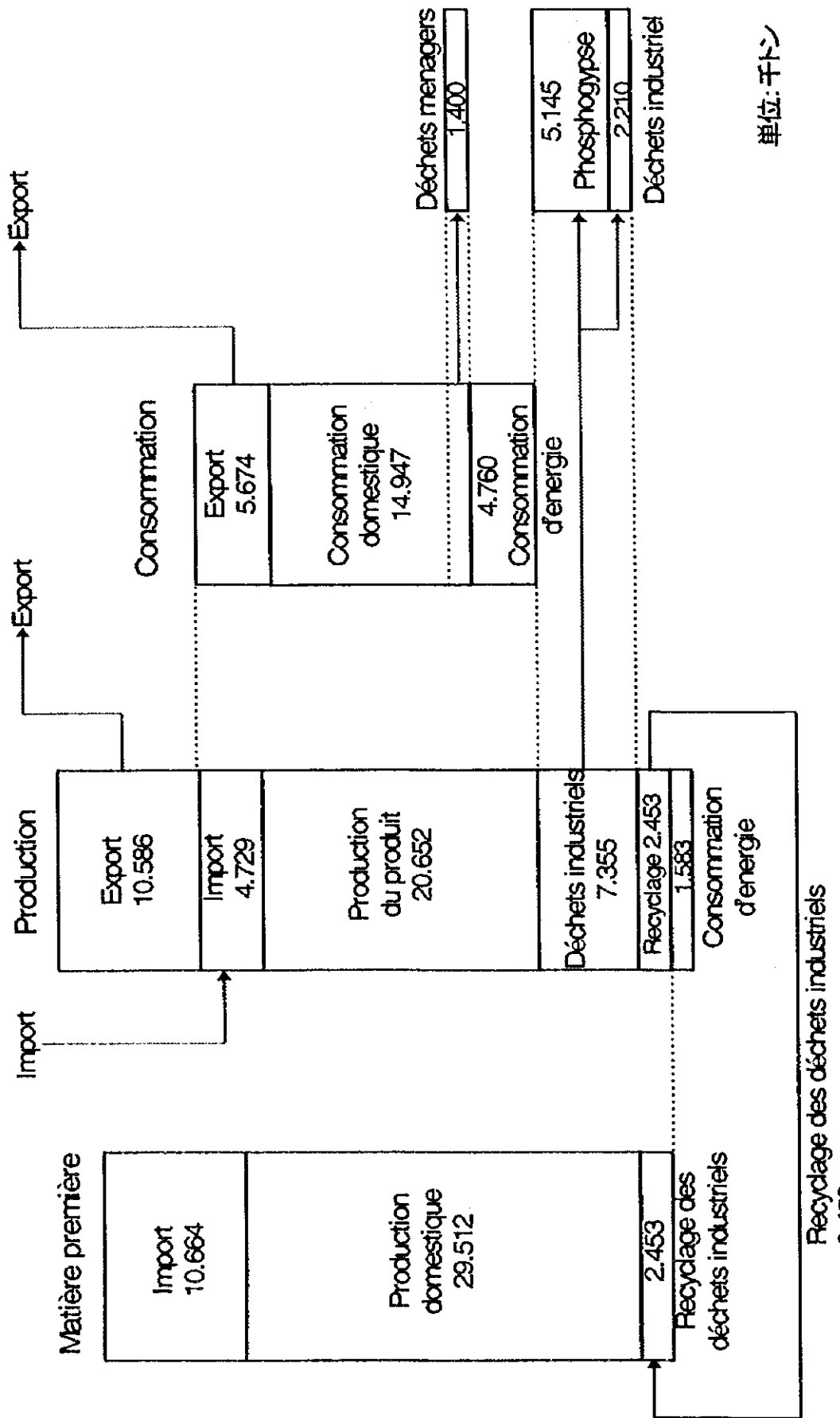


図 3.2-1 テュニジア国のマテリアルバランス(1996 年の一次生産・製造・輸出入と国内消費)

表 3.2-4 一次原料の国内生産量 (1996年)

大分類	中分類	品目	1000ton
農産・水産物	穀類	硬質小麦	1550
		軟質小麦	280
		大麦	770
	蔬菜	トマト	700
		胡椒	190
		メロン・西瓜	350
		じゃがいも	270
		玉ねぎ	263
		アーティチョーク	21
		果実	オリーブ
	柑橘類	211	
	ナツメヤシ	74	
	ぶどう	200	
	アーモンド	42	
	アプリコット	25	
その他	甜菜	260	
畜産物	畜肉	103	
	鶏肉	58	
	鶏卵	28	
水産物	全種類	82	
小計			5777
鉱工業	鉱物	磷酸カルシウム	7151
		鉄	239
		鉛	8
		亜鉛	58
		ほたる石	1
		重晶石	16
		フッ化アルミニウム	30
		石灰	6553
		粘土	3974
		砂	398
		海塩	557
		小計	
エネルギー	エネルギー	原油	567
		天然ガス	4183
小計			4750
総計			29512

出典：Banque Central de Tunisie

表 3.2-5 製品の国内生産量 (1996年)

分野	分類	品目	1000トン
食品	穀物製品	小麦粉	685
		セモリナ粉	625
		パスタ	112
		クスクス	42
		家畜用飼料	780
	乳製品	牛乳	245
		ヨーグルト	5
		チーズ	5
	缶詰製品	トマトペースト	100
		ハリッサ	10
		野菜・果物缶	18
		魚肉缶	4
	砂糖・菓子	グラニュー糖	92
		角砂糖	13
		菓子	29
		チョコレート	5
	油脂	オリーブ油	60
マーガリン		19	
種子油		58	
小計			2907
建設材料		セメント	4560
		石灰	464
		レンガ	3150
		モザイクタイル	137
		タイル	77
		ビン・ガラス製品	26
小計			8414
鉄・鋼鉄製品		鑄鉄	145
		棒鉄	187
		鉄骨材	206
		線材	23
		金属製品	10
小計			571
磷酸製品・副製品		トリプルスーパーホスフェート	790
		54%リン酸	1063
		2アンモニウムリン酸	927
		スーパーホスフェート	19
		ハイパーホスフェート (顆粒)	35
		複合肥料	20
		硝酸アンモニウム	186
		リン酸2カルシウム	86
		3リン酸ソーダ	64
小計			3190
繊維		綿糸	28
		毛糸	8
		織物	142
		ニット製品	181
		メリヤス製品	22
		じゅうたん	2
		靴	31
小計			3668
石油製品			1902
合計			20652

出典：Banque Central de Tunisie

表 3.2-6 一次原料・製品の輸出入量 (1996年)

分類	品目	輸入量 (千トン)	輸出量 (千トン)
一次原料	畜産物	21.1	15.5
	農産物	1359.6	111.1
	油脂	8.6	56.9
	鉱物	6783.0	6858.0
	木材	220.0	7.7
合計		8392.3	7049.2

製品	食品	426.7	1392.0
	化学製品	649.0	3032.8
	プラスチック・ゴム	181.5	21.0
	皮革製品	9.0	1.6
	紙・パルプ	247.4	25.3
	テキスタイル	238.0	154.8
	靴	5.3	10.7
	陶磁器	68.2	46.6
	金属製品	621.6	131.8
	機械	125.9	39.3
	輸送機械・車輛	61.8	4.1
	精密機械	3.9	0.9
	その他	8.7	5.8
合計		2646.9	4866.7

出典：Institut National de la Statistique

4 廃棄物の処理実態

4.1 全体発生量

4.1.1 廃棄物の区分

本調査は基本的には産業廃棄物のリサイクルを対象としている。しかし、リサイクル可能な廃棄物の中には、産業廃棄物としてのみならず、家庭系廃棄物として廃棄されているものもある。例えば、紙、段ボール、スチール缶などである。よって、本調査では家庭系廃棄物として排出されるこれらのリサイクル可能なものも考慮することとする。

本章ではまず、廃棄物の区分を明確にしておく。特殊廃棄物を加えて廃棄物を大きく5区分とした。表 4.1-1に示す。

表 4.1-1 廃棄物の区分

区分	含まれる廃棄物の種類	回収者
都市廃棄物	家庭系ごみ 道路清掃ごみ 庭・植木ごみ 商業系ごみ(商店、レストラン、ホテルから排出) ビジネス系ごみ(オフィスから排出)	市町村または 市町村の委託 業者
産業廃棄物	工場廃棄物 商業系ごみ(大規模商店およびホテルから排出) ビジネス系ごみ(大規模オフィスから排出)	排出者または その委託業者
建設廃棄物	建設廃棄物 (ビルなどの解体から排出)	排出者または その委託業者
農業廃棄物	家畜の糞尿 作物栽培から発生する廃棄物	排出者
特別廃棄物	病院廃棄物	事例による

都市廃棄物は通常市町村あるいはその委託業者が収集している。都市廃棄物にはさらに種々のごみが含まれている。排出源によって家庭系ごみ、庭・植木ごみ、道路清掃ごみなどがある。商店、レストラン、ホテルや小規模の製造業者など商業セクター、工業セクターが排出する、本来産業廃棄物であるべきものも一部、都市廃棄物に含まれている。

産業廃棄物は都市廃棄物とは別の区分に属する廃棄物である。基本的にはその排出者が処理、リサイクル、処分についての責任を持つが、場合によっては市町村が回収・運搬を行っている場合もある。

産業廃棄物の分類はテュニジアではまだ確立されておらず、現在、環境・国土整備省が産業廃棄物の分類を検討中である。本調査では、日本の産業廃棄物分類を使

用することにした。理由は、日本の産業廃棄物分類は含まれる物質により分類しているため、リサイクルの可能性が高い廃棄物についてそのリサイクル方法を検討・計画する際に有用だからである。

工場からの排出という点では、固形廃棄物だけでなく、排水やガス状物質の排出もある。本調査では固形廃棄物と、廃油など排水以外の液体廃棄物を対象としてリサイクルを検討することとした。汚泥を含む工場排水は、汚泥を分離してその汚泥を調査の対象とした。また、工場排水が水溶性の毒性物質を含む場合は、工場排水とみなし、本調査の対象とはしなかった。理由は、その処理はリサイクルとは異なる分野の技術を必要とするからである。

建設廃棄物は本調査の対象とした。建設廃棄物はビル・道路などの建設工事および解体から発生する廃棄物である。建設廃棄物の大部分はコンクリート塊と小石である。チュニス市のデータによれば、1993年から1997年までに発生した建設廃棄物は1,879,098トンと推定されている。年間発生量は376,000トンになる。これらの建設廃棄物は上で述べた産業廃棄物とは別に発生するものである。

さらに産業廃棄物や建設廃棄物とは別に、家畜や農業生産活動から農業廃棄物が発生している。これらはたいてい堆肥やその他の農業用目的に使用されているため、廃棄物として取扱われない場合もある。現実には基礎データが入手できないため、これらの農業廃棄物の発生量を推定することは不可能である。

4.1.2 廃棄物の発生量

環境・国土整備省によれば、チュニジア全体の家庭系廃棄物の発生量は120万トンと推定されている。

産業廃棄物の発生量に関する詳細なデータはない。本調査団は1,000社の工場を対象に産業廃棄物の種類と発生量に関するアンケート調査を行った。この結果に基づき1997年の産業廃棄物の発生量は464万トン/年と推定された。この推定値はアンケート結果から業種ごとに拡大推計したものの合計値であるが、事業規模の小さいところではより排出が少なくなっていると考えられる。チュニジアでの産業の規模と傾向を考慮しても、この数値は実際より高めになっていると考えられる。

推計方法については本章第3節を参照されたい。

4.2 都市廃棄物の発生・処理状況

4.2.1 都市廃棄物の発生量

チュニジア全体での家庭系ごみの発生量は1994年で120万トン／年と推定されている。人口は8,785,400人（1994年）であるため、一人当たりの発生量は374g／日と計算できる。一方、表 4.2-1に示すように、都市部では374g／日よりかなり多い。ということは地方部の発生原単位がかなり小さいことになるが、実際には原単位が極端に小さいとは考えにくいことから、現実の家庭系廃棄物の発生量はこの推定値より多いと考えられる。

表 4.2-1 家庭系廃棄物の一人あたりの発生量

都市名	一人当たり発生量(kg /日・人)	都市の特徴
大チュニス	0.5 kg /日・人	首都圏
スース	0.75 kg /日・人	チュニス南方の工業都市
スファックス	1 kg /日・人	チュニジア第2の都市
カルタゴ/ディイブ・サイド	1.5-2.5 kg /日・人	チュニス近郊の観光地区

表 4.2-2 廃棄物の組成

成分	構成比 (%)	発生量 (ton/年)	一人当たり発生量 (kg/人年)	発生量 (g/人日)
有機物	53	689,000	78.42	210
プラスチック	20	130,000	14.80	40
紙・段ボール	8	104,000	11.84	30
繊維くず	4	52,000	5.92	20
金属くず	2	26,000	2.96	10
ガラス	1	13,000	1.48	4
危険物・有毒物	1	13,000	1.48	4
その他	22	286,000	32.55	90
合計	100	1,300,000	149.45	410

出典：PRONAGDES：国家廃棄物管理計画

4.2.2 テュニス首都圏の廃棄物の発生・処理状況

(1) テュニス市のごみ処理体制

a) テュニス市

テュニス市は市内全域で発生する家庭系ごみの収集・運搬を所轄している。テュニスの廃棄物処理体制をに示す。清掃局の3つの支所がそれぞれ、テュニス北部、中央部、西部の廃棄物の収集・運搬を担当している。この他事務部と研究部がある。テュニス市の清掃局の組織を図4.2-1に示す。

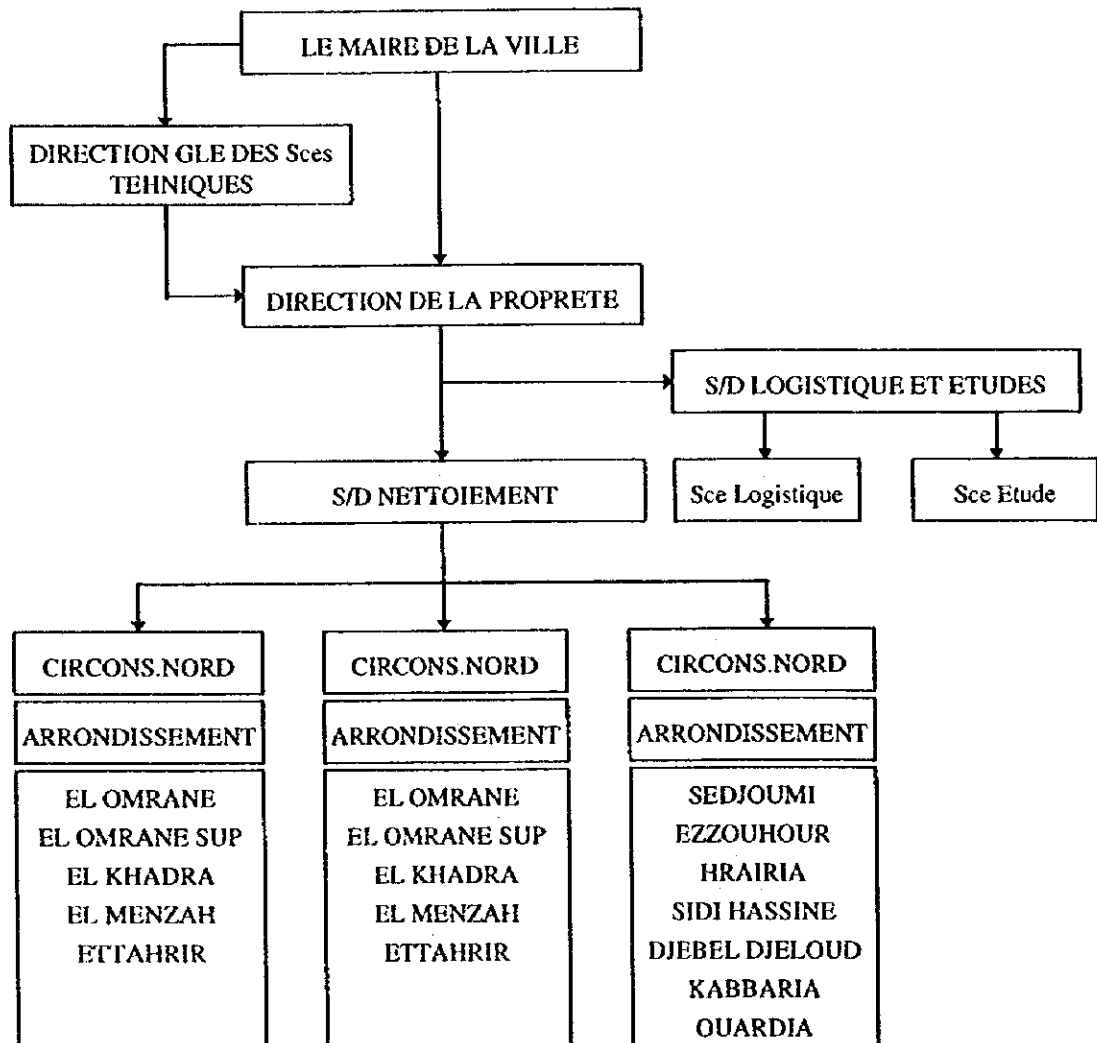


図 4.2-1 テュニスの清掃局の組織

それぞれの支所の役割は以下のとおりである。

- ・ 家庭系廃棄物の収集・運搬
- ・ 庭・植木ごみの収集・運搬
- ・ 建設廃棄物の収集・運搬

- ・ 公共の道路清掃ごみの収集・運搬
- ・ 公園などのどぶさらいと草刈り
- ・ 河川の清掃
- ・ 家具など粗大ごみおよび動物の死体の収集

b) ごみ処理・リサイクル公社

L'Agence Municipale de Traitement et de Valorization des déchets

ごみ処理・リサイクル公社は1991年にテュニス当局により設立された公社で、現行の最終処分場でテュニスの南部にあるヘンシール・リフディーア処分場の管理・運営を行っている。

同公社が所轄するヘンシール・リフディーア処分場では家庭系廃棄物と産業廃棄物を合わせて1,200 t /日受け入れている。1991年に公社が設立される以前は同処分場は不法投棄の場所であったが、公社は廃棄物に覆土することにより改善した。公社は処分料金として、家庭系廃棄物については4TD/t、産業廃棄物については4~7TD/tを徴収している。

処分場の基準を満たす新処分場は現在Djebel Shakhirに建設中で、まもなく完成する。新処分場はANPEの所轄下で、民間の委託業者により運営される。新処分場の供用が開始されると、現行の処分場は閉鎖される予定で、公社はその役割を終えることになる。

(2) テュニスの廃棄物発生状況

a) 家庭系廃棄物

テュニスの家庭系廃棄物発生量は年間202,000tである。地区ごとの発生量は表4.2-3に示すとおりである。この家庭系廃棄物に加え、131,000m³の建設廃棄物が発生している。

家庭系のごみの50%以上は厨芥などの有機ごみである。ガラスは0.4%と非常に低い。ガラスびんのデポジットシステムによる返却システムが普及しているためと考えられる。プラスチックは12%で、増加傾向にある。

b) 建設廃棄物

テュニス市の公共工事で発生する建設廃棄物は市自身が収集している。建設廃棄物の年間発生量は100,661t (1996年)であった。

c) 庭・植木ごみおよび公共の場所のごみ

個人の住宅から廃棄される庭・植木ごみもテュニス市清掃局が収集している。年間の収集量は 55,000 m³ (1996年)であった。また、公園や墓地など公共の場所

の清掃を行っている。公共の場所の草刈りの量は1996年には166haで、7,000 m³であった。

d) 商業ごみ

チュニス市内の事業所からのごみも収集している。市は収集料金3TD/tで収集し、処分場に廃棄する時は4TD/tを市のごみ処理・リサイクル公社に支払っているため、市は商業ごみ1tあたりの処分に1TDずつ負担していることになる。従来は市は市街中心部のコーヒーショップや小規模の商店のごみを収集してきたが、1997年7月以降はすべての商店や事業所に対しごみ収集料金を課すこととしている。

表 4.2-3 テュニスの廃棄物の発生状況

地域区分	Tunis ville	North Tunis	South west Tunis
主要な地名	Bab Bhar, Medina, Bab Souika S. Bechir	Omrane, Omrane sup, Ettahrir, El Menzah El Khadra	Djebel Jeloud, Ouradia, Sedjoumi, Ezzouhour, Hrairia, Sidi Hassine
人口(人)	205,400	159,700	280,000
年間発生量(tons)	73,730	52,520	74,750
一人当たり年間発生量 (Kg/年)	359	329	270
一人一日当たり発生量 (Kg/日)	0.98	0.90	0.74
構成比 (%)	36.5	26.0	37.5

Source; Communication sur la Gestion des Dechet dans la Ville de Tunis, Tunis Municipality, 1997

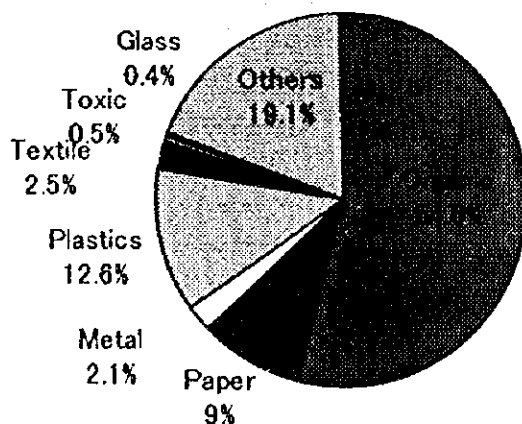


図 4.2-2 家庭ごみの組成

Figure 4.1: Market share of organic products

Figure 4.1 shows the market share of organic products in the total market. The organic market share is 54.0%, while the share of other products is 19.1%. The remaining 26.9% is not specified in the chart.

Figure 4.1: Market share of organic products



Figure 4.1: Market share of organic products

(3) テュニス市の廃棄物の処理とリサイクルの状況

a) 埋立処分

現在はテュニス市内で収集された家庭系廃棄物はすべてヘンシール・リフディーア Henchir Lihoudiaあるいはもう1ヶ所の埋立処分場で埋立処分されている。産業廃棄物も含めてリフディーアでは 1,200 t/日、別の処分場では400 t/日が埋め立てられている。

b) コンポステイング

有機ごみの一部はヘンシール・リフディーア Henchir Lihoudiaにあるコンポストプラントに入れられている。これは国立化学研究所 (National Institute of Scientific Research) のパイロットプラントである。できた製品は大学で農業関連の研究に使用されている。コンポストの原料となる有機ごみは、テュニス東部のエル・ハズラ地区でごみの有効利用プロジェクトの一環として分別収集されたものを使用している。このプロジェクトは1994年に始まったもので、テュニスが同地区の住民に対して家庭系ごみの分別収集のキャンペーンを行った結果、初期にはかなり良い結果が得られた。しかし、近年ではあまりうまくいっていなかった。分別収集用のごみコンテナなど必要な器具が壊れたためであった。関係団体が集まってプロジェクトの建て直しを協議した結果、1997年12月から再度すすめられることになった。

c) リサイクル

紙のリサイクルは上に述べたエル・ハズラ El Khadra地区のプロジェクトで実施されている。テュニスのこのプロジェクトで、同地区にごみ選別施設を建設し、紙はここで選別後保管されていた。選別した紙の売却についての手続きが煩雑であったため、売却の障害となっていたが、小規模の紙回収業者が回収して紙再生工場に持ち込んだ。現在ではこのプロジェクトはあまり活発に動いていないが、再度立て直すことになっている。

もう一つの紙リサイクルプロジェクトがテュニスの中心部で進められている。本プロジェクトはヨーロッパの都市と北アフリカの都市間でのパートナーシップを通じて行われているものである。テュニスのパートナーはイタリアのトリノ市である。トリノは分別収集に豊富な経験を有している。テュニジアは紙リサイクルのための原材料を求めており、リビアやアルジェリアから故紙を輸入しているので、本プロジェクトで紙リサイクルを推進する都市に選ばれたのである。本プロジェクトは1997年1月から始められた。リサイクル可能な紙の回収箱を対象地区の大規模オフィス、官公庁、学校などに設置した。回収箱の設置数は Bab Bahr 123ヶ所、Cité Charguia 130ヶ所、El Menzah 39ヶ所、Médina 25ヶ所であった。テュニ

スは対象となったオフィスや学校に対し、教育や宣伝を行った。EC諸国は、本プロジェクトの第1フェーズとして回収箱を供与し、第2段階ではコンテナ、回収用車両、プレス機などが1998年中に供与されることになっている。回収された紙は最も大きな紙再生工場であるBervedereに持ち込まれることになっている。現在民間の小規模の故紙回収業者は約1,000業者あると言われているが、本プロジェクトは彼らが回収していない地区を対象としているため、回収業者の市場を奪う事はないとしている。回収した故紙の売却価格は20~100 TD/tと推定されている。

4.3 産業廃棄物の発生と処理の状況

4.3.1 産業廃棄物の排出者

(1) 産業セクターの概要

産業振興庁（API）提供のリストによればチュニジアはおよそ8,700の工場、製造会社がある。工場・製造会社の業種別工場・会社数の上位20位までの業種は表4.3-1に示した。繊維業が最も多く、パン製造がそれに続く。

表4.3-2には従業員数からみた上位20業種を示す。こちらも繊維業が最も多い。

表 4.3-1 会社数上位20業種

順位	API code	業種	会社数
1	50106	繊維 CONFECTION	1,952
2	10304	製パン BOULANGERIE	735
3	10202	製油 HUILERIE	438
4	00103	指物 MENUISERIE DE BATIMENT	372
5	00400	印刷 IMPRESSION	235
6	00104	家具 MEUBLES ET EBENISTERIE	202
7	50103	織物 TISSAGE	142
8	50302	製靴 INDUSTRIE DE LA CHAUSSURE	137
9	40900	化粧品 IND.DES PROD.COSMETIQUES & DES PROD.D'ENTRETIEN CORPOREL	109
10	20110	採石 EXPLOITATION DE CARRIERE DE PIERRE	105
11	00606	プラスチック BIENS DE CONSOMMATION EN MATIERE PLASTIQUE	101
12	50107	メリヤス製造 BONNETERIE	100
13	30901	建具 MENUISERIE, FERMETURE & FERRONNERIE DE BATIMENT	96
14	41200	石けん製造 INDUSTRIES DES PRODUITS D'ENTRETIEN (SAVON,DETERGENT..)	96
15	10806	家畜用飼料 ALIMENT POUR BETAIL ET VOLAILLE	93
16	50303	靴部品 PARTIES ET ACCESSOIRES DE LA CHAUSSURE	85
17	10305	製菓 PATISSERIE INDUSTRIELLE	82
18	50304	皮革 MAROQUINERIE	78
19	20101	大理石細工 MARBRERIES	74
20	10805	農産物・食品加工 CONDITIONNEMENT DE PRODUITS AGRICOLES ET ALIMENTAIRES	69

表 4.3-2 従業員雇用数上位20業種

順位	API code	業種	従業員数
1	50106	繊維 CONFECTION	113,027
2	50302	製靴 INDUSTRIE DE LA CHAUSSURE	6,677
3	10304	製パン BOULANGERIE	6,528
4	50103	織物 TISSAGE	6,142
5	20201	レンガ製造 PRODUITS EN TERRE COMMUNE COMME BRIQUES	5,317
6	33005	自動車部品製造 ORGANES,PIECES DETACHEES ET ACCESSOIRES POUR AUTOMOBILES	5,011
7	00400	印刷 IMPRESSION	4,499
8	00104	家具 MEUBLES ET EBENISTERIE	4,353
9	50107	メリヤス製造 BONNETERIE	3,964
10	50303	靴部品製造 PARTIES ET ACCESSOIRES DE LA CHAUSSURE	3,842
11	20110	採石 EXPLOITATION DE CARRIERE DE PIERRE	2,922
12	00606	プラスチック BIENS DE CONSOMMATION EN MATIERE PLASTIQUE	2,261
13	50304	皮革 MAROQUINERIE	2,196
14	00103	指物 MENUISERIE DE BATIMENT	2,182
15	30500	金属建材製造 CHARPENTE METALLIQUE CHAUDRONNERIE	1,964
16	20106	セメント板製造 CARREAUX MOSAIQUES EN CIMENT	1,926
17	10805	農産物・食品製造 CONDITIONNEMENT DE PRODUITS AGRICOLES ET ALIMENTAIRES	1,651
18	20101	大理石加工 MARBRERIES	1,403
19	00600	プラスチック製品 INDUSTRIES DE TRANSFORMATION DES MATIERES PLASTIQUES	1,327
20	41200	石けん製造 INDUSTRIES DES PRODUITS D'ENTRETIEN (SAVON,DETERGENT..)	1,280

4.3.2 産業廃棄物の推定発生量

調査団は1,000社の工場・製造会社を対象に、産業廃棄物の発生量に関するアンケート調査を行った。

(1) 調査目的

調査目的はチュニジア全体で発生する産業廃棄物の総量を推定するための基礎データを得ることである。

(2) 調査の実施時期

1997年12月にアンケート票を各社に送付し、1998年1月中旬まで回答を回収した。その後1998年3月まで補足的に回答を回収した。

(3) データの分類法

得られたデータは業種ごとに分類し、産業廃棄物の種類ごとに発生量を集計した。

① 業種分類コード

業種分類はチュニジアで用いられているNAPコードを採用した。本調査で用いたAPIの工場リストでは業種分類はAPIコード分類によっているが、このAPIコードは最近になって設定されたもので、現在はAPIのみが用いている。一方、生産額などの全国統計は従来よりNAPコード分類を用いているため、産業廃棄物を拡大推計するためにはNAPコード分類を採用するのが適当であると判断した。このため、NAP-APIコード対応表を作成した (ANNEX #)。表 4.3-3にNAP分類の概要を示す。

② 産業廃棄物分類コード

調査当時チュニジア国では産業廃棄物の分類が公式には定められていなかったため、日本の産業廃棄物分類を採用した。なお、1998年4月にチュニジア国の産業廃棄物分類が発表されたため、本調査にもチュニジア国の産業廃棄物分類が適用できるか検討したが、対応関係が1対1でないため、単純に適用できないとの理由で適用しなかった。表4.3-4に産業廃棄物の分類を示す。

(4) 産業廃棄物の総発生量の推定方法

表4.3-5にアンケート回答から集計した産業廃棄物発生量を示す。表 4.3-6、表 4.3-7はそれぞれ廃棄物の種類ごと、業種ごとに発生量をまとめたものである。このようにNAP業種分類ごと、産業廃棄物分類ごとに集計された量に、アンケートに回答した企業のNAP業種分類ごとの生産額合計に対する国全体の生産額の割合をかけて国全体での総発生量を推計した。すなわち、以下の推計を産業分類ごと、産業廃棄物分類ごとに行った。

$$\text{産業廃棄物} = \text{アンケートから得られた産業廃棄物発生量} \times \\ \left(\text{国全体の生産額} / \text{アンケート回答企業の生産額合計} \right)$$

なお、アンケートは1997年末に実施したが、これに対応する1997年の生産額統計がまだ公表されていないため、調査団は1995年、1996年の生産額、1996年、1997年の生産額指数と出荷額指数を用いて、独自に推計した。この推計の詳細はANNEX##に示す。

(5) 推計結果

表4.3-8は推計した産業廃棄物の発生量を多い順にならべたものである。ただし、焼酸石膏はアンケート調査ではなく、工場でのヒアリング結果によるものであるが、比較のために表中に示した。

表 4.3-3 NAP業種分類コード

NAPコード	業種
12	乳製品製造
13	穀類加工
14	油脂製造・加工
15	缶詰・びん詰加工
16	精糖・菓子・チョコレート製造
17	その他農産物加工・食料品製造
18	飲料水
19	たばこ
21	採石
22	セメント・セメント製品製造
23	窯業
24	ガラス
31	製鉄・金属精錬
32	金属加工
33	農業・工業機械
34	自動車・バイク製造
35	輸送機械製造・修理
36	電気機器製造
37	電子機器製造
38	家庭用品製造
42	基礎化学工業
43	応用化学
44	製薬
45	ゴム・タイヤ製造
51	金属仕上げ
52	織物
53	メリヤス製品
54	衣料製造
55	皮革・ゴム靴
61	木製品
62	紙加工・印刷
63	プラスチック製品
64	その他の工業

表 4.3-4 産業廃棄物分類コード

大分類	中分類
01 燃え殻	011 熱源として用いた燃料等の残渣、燃焼に伴う固形状残渣
02 汚泥	021 無機性汚泥 022 有機性汚泥 023 有機・無機の混合汚泥
03 廃油	031 廃油 032 塩素系廃溶剤類
04 廃酸	040 無機廃酸、有機廃酸、その他の酸性廃液等
05 廃アルカリ	050 アルカリ性の廃液
06 廃プラスチック	061 廃プラスチック 062 廃タイヤ等（合成ゴムくず）
07 紙くず	070 紙くず
08 木くず	080 木くず
09 繊維くず	090 天然繊維くず
10 動植物性残さ	100 植物性、動物性ごみ
11 ゴムくず	110 ゴムくず
12 金属くず	121 鉄屑 122 非鉄屑
13 ガラスくず及び陶磁器くず	131 ガラスくず 132 陶磁器くず
14 鋳さい	141 鋳物廃砂等 142 鋳さい 143 その他の鋳さい
15 建設廃材	150 建設廃材
18 ばいじん	180 ばいじん

表4.3-5 アンケート回答による産業廃棄物発生量の集計結果

NAP50 code	産業廃棄物分類	11 燃え殻	21 無機汚泥	22 有機汚泥	23 混合汚泥	31 廃油	32 系溶剤	40 廃酸	50 アルカリ	61 スラック	62 廃タイヤ	70 紙くず	80 木くず	90 繊維くず
12	乳製品製造業	0	0	4500	0	0	0	0	0	943	0	57	0	0
13	穀物加工業	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	7	0	0
14	油脂製造業	0	500	0	500	33	0	0	0	10	0	2	0	0
15	缶詰製造業	0	50	6000	11	0	0	0	0	2	0	0	0	0
16	精糖・菓子製造業	545	1030	0	20070	10	0	0	0	5	2	25	50	10
17	農産物加工・食料品製造業	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	飲料製造業	0	0	0	0	0	0	16	6000	8	0	1	0	0
19	たばこ製造業	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
21	珪石・石材加工業	0	0	0	600	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	セメント製造業	1	20790	0	16680	61	0	0	0	0	0	0	0	0
23	窯業・陶磁器製造業	0	5000	0	100	15	0	0	0	517	3	203	1	5
24	ガラス製造業	0	16	0	0	7	0	0	0	0	0	1	0	0
31	製鉄業	16	3804	0	29831	608	0	77000	15008	7509	5	19	3	19
32	金属加工業	0	5	0	340	20	0	0	1500	19	0	23	7	8
33	農業・工業機械製造業	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
34	自動車・自転車製造業	0	0	0	2	4	0	20	33	9	0	7	500	0
35	その他の輸送機械製造	150	300	0	1000	400	0	0	0	2	0	0	1	0
36	電気機器製造業	0	0	0	0	20	0	89	12	2004	0	0	50	0
37	電子機器製造業	0	0	0	0	0	0	0	0	36	0	232	585	0
38	家電製品製造業	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
42	基礎化学工業（肥料製造を除く）	0	0	72	0	3302	0	0	0	0	0	0	0	0
43	化学工業製品製造業	0	0	0	29	10	0	0	1	75	0	8	0	2
44	医薬品製造業	0	1	0	0	3	0	0	0	0	0	13	4	0
45	ゴム製品製造業（タイヤを含む）	0	0	0	1	0	0	1	2	100	75	0	0	0
51	製糸・紡績・織物業	2	0	0	5802	0	0	0	0	708	0	1	75	100
53	メリヤス・ニット製品製造業	0	0	0	0	0	0	0	0	71	0	2	0	23
54	衣料品製造業	0	0	0	0	0	0	0	0	358	0	15	0	812
55	皮革製品製造業	0	0	25000	0	0	0	0	0	112	0	2	0	3
61	木材・木製品製造業	68	0	0	0	0	3	0	0	186	0	0	4971	7
62	紙製造・印刷製本業	12	40	4280	101	7	8	180	3067	159	1	1558	7	0
63	プラスチック製品製造業	0	0	0	0	1	0	0	0	1155	0	400	0	0
64	その他の工業	0	0	0	0	0	0	0	0	50	0	250	0	0
	合計	794	31536	39852	75066	4511	11	77306	25622	14039	87	2828	6253	988

表4.3-5 アンケート回答による産業廃棄物発生量の集計結果

NAP50 code	産業廃棄物分類	100	110	121	122	131	132	141	142	143	150	180	181	合計
		揮物性残渣	ゴムくず	鉄くず	(非鉄) 鉄くず	プラスチック	磁器くず	廃鋳物砂	鉱さい	の鉱さい	建設廃材	ばいじん	ばいじん	
12	乳製品製造業	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5500
13	穀物加工業	52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	68
14	油脂製造業	0	0	0	4	10	0	0	0	0	0	0	0	1059
15	缶詰製造業	15304	0	61	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21427
16	精糖・菓子製造業	85030	0	6000	0	0	0	0	0	0	500	0	17600	130877
17	農産物加工・食料品製造業	2480	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2480
18	飲料製造業	4001	0	0	0	152	0	0	0	0	0	0	0	10178
19	たばこ製造業	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
21	採石・石材加工業	0	0	0	0	0	1000	0	0	0	20	0	0	1620
22	セメント製造業	0	0	5	0	0	14200	0	0	0	502	261400	0	313639
23	窯業・陶磁器製造業	12	0	100	0	14	66644	0	0	0	100	400	0	73114
24	ガラス製造業	0	0	0	0	1857	0	0	0	0	0	0	0	1881
31	製鉄業	0	224	49565	694	0	0	2000	68040	8750	0	1518	0	264612
32	金属加工業	0	2	2760	699	0	0	0	0	60	0	0	0	5441
33	農業・工業機械製造業	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
34	自動車・自転車製造業	0	0	80	2	0	0	0	0	0	0	0	0	658
35	その他の輸送機械製造	0	0	350	0	0	0	15	0	8	0	0	0	2226
36	電気機器製造業	0	0	0	661	0	0	0	0	0	0	50	0	2886
37	電子機器製造業	0	0	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	862
38	家電製品製造業	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
42	基礎化学工業(肥料製造を除く)	0	0	860	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4234
43	化学工業製品製造業	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	125
44	医薬品製造業	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	24
45	ゴム製品製造業(タイヤを含む)	0	152	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	350
51	製糸・紡績・織物業	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	40	6730
53	メリヤス・ニット製品製造業	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	96
54	衣料品製造業	1	0	150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1396
55	皮革製品製造業	849	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25968
61	木材・木製品製造業	2	0	10	0	0	0	0	0	0	100	50	0	5397
62	紙製造・印刷製本業	0	0	22	2	0	0	0	0	0	40	0	0	9485
63	プラスチック製品製造業	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1556
64	その他の工業	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	300
	合計	107731	379	59995	2065	2035	81844	2015	68040	8818	1262	263418	17640	894134

表 4.3-6 産業廃棄物分類別アンケート回答集計結果

コード	分類名	トン/年	構成比 (%)
11	燃え殻	794	0.1
21	無機汚泥	31,536	3.5
22	有機汚泥	39,852	4.5
23	混合汚泥	75,066	8.4
31	廃油	4,511	0.5
32	塩素系廃溶剤	11	0.0
40	廃酸	77,306	8.6
50	廃アルカリ	25,622	2.9
61	廃プラスチック	14,039	1.6
62	廃タイヤ	87	0.0
70	紙くず	2,828	0.3
80	木くず	6,253	0.7
90	繊維くず	988	0.1
100	動植物性残渣	107,731	12.0
110	ゴムくず	379	0.0
121	鉄くず	59,995	6.7
122	金属くず (非鉄)	2,065	0.2
131	ガラスくず	2,035	0.2
132	陶磁器くず	81,844	9.2
141	廃铸件砂	2,015	0.2
142	鋳さい	68,040	7.6
143	その他の鋳さい	8,818	1.0
150	建設廃材	1,262	0.1
180	ばいじん	263,418	29.5
181	その他のばいじん	17,640	2.0
	合計	894,134	100.0

表 4.3-7 業種別アンケート回答集計結果

コード	NAP業種分類	トン/年	構成比 (%)
12	乳製品製造業	5,500	0.6
13	穀物加工業	68	<0.05
14	油脂製造業	1,059	0.1
15	缶詰製造業	21,427	2.4
16	精糖・菓子製造業	130,877	14.6
17	農産物加工・食料品製造業	2,480	0.3
18	飲料製造業	10,178	1.1
19	たばこ製造業	2	<0.05
21	採石・石材加工業	1,620	0.2
22	セメント製造業	313,639	35.1
23	窯業・陶磁器製造業	73,114	8.2
24	ガラス製造業	1,881	0.2
31	製鉄業	264,612	29.6
32	金属加工業	5,441	0.6
33	農業・工業機械製造業	1	0.0
34	自動車・自転車製造業	658	0.1
35	その他の輸送機械製造	2,226	0.2
36	電気機器製造業	2,886	0.3
37	電子機器製造業	862	0.1
38	家電製品製造業	2	<0.05
42	基礎化学工業（肥料製造を除く）	4,234	0.5
43	化学工業製品製造業	125	<0.05
44	医薬品製造業	24	<0.05
45	ゴム製品製造業（タイヤを含む）	350	<0.05
51	製糸・紡績・織物業	6,730	0.8
53	メリヤス・ニット製品製造業	96	<0.05
54	衣料品製造業	1,336	0.1
55	皮革製品製造業	25,968	2.9
61	木材・木製品製造業	5,397	0.6
62	紙製造・印刷製本業	9,485	1.1
63	プラスチック製品製造業	1,556	0.2
64	その他の工業	300	<0.05
	合計	894,134	100.0

表4.3-8 産業廃棄物総発生量の推計結果

NAP50 業種分類	産業廃棄物分類												
	11 燃え殻	21 無機汚泥	22 有機汚泥	23 混合汚泥	31 廃油	32 系廃溶剤	40 廃酸	50 アルカリ	61 スチック	62 廃タイヤ	70 紙くず	80 木くず	90 繊維くず
12 乳製品製造業			18860					3952			239		
13 穀物加工業		6557		6557	254			5			165		
14 油脂製造業		208	25014	44	433			131		26			
15 缶詰製造業		2538		49452	25			8					
16 精糖・菓子製造業	1343							12	5	62	123	25	
17 農産物加工・食料品製造業								3		8			
18 飲料製造業							197	73800	98	12			
19 たばこ製造業										51			
21 採石・石材加工業				61864									
22 セメント製造業	4	88191		70757	259				1				
23 窯業・陶磁器製造業		42600		852	130			4405	26	1730	4	43	
24 ガラス製造業		187			82					12			
31 製鉄業	35	8688		68134	1388		175868	34278	11	43	7	43	
32 金属加工業		16		1071	62		4724	60	0	71	20	24	
33 農業・工業機械製造業				40	79		404	666	186	141	10095	4	
34 自動車・自転車製造業				4982	1993		1		7			5	
35 その他の輸送機械製造	747	1495			464		2064	278	46475		1160		
36 電気機器製造業									148	954	2405		
37 電子機器製造業									2				
38 家電製品製造業													
42 基礎化学工業(肥料製造を除く)			444		20367								
43 化学工業製品製造業				174	60		6	448		47		12	
44 医薬品製造業		1		0	3		0	0	0	13	4		
45 ゴム製品製造業(タイヤを含む)				4			3	8	549	412			
51 製糸・紡績・織物業	17			50496					6158	9	653	870	
53 メリヤス・ニット製品製造業									3424	101		1109	
54 衣料品製造業			724600		9				33648	1437		76216	
55 皮革製品製造業									3238	58		86	
61 木材・木製品製造業	744					33			2034		54376	77	
62 紙製造・印刷製本業	44	147	15759	372	27	29	663	11292	587	5	5737	26	
63 プラスチック製品製造業					5				5423		1878		
64 その他の工業									512	2562			
合計	2935	150628	784677	314798	25637	62	179200	125052	128665	459	15354	68877	78508

表4.3-8 産業廃棄物総発生量の推計結果

産業廃棄物分類	100	110	121	122	131	132	141	142	143	150	180	181	合計
NAP50 業種分類	揮発性残渣	ゴムくず	鉄くず(非鉄)	ガラスくず	磁器くず	塵埃物砂	鉋さい	鉋さい	建設廃材	ばいじん	その他		
12 乳製品製造業													23051
13 穀物加工業	1310												1734
14 油脂製造業				52	131								13887
15 缶詰製造業	63802		253	2									89331
16 精糖・菓子製造業	209514		14784						1232		43366		322481
17 農産物加工・食品製造業	133997												134008
18 飲料製造業	49212				1870								125189
19 たばこ製造業													51
21 採石・石材加工業					103106				2062				167032
22 セメント製造業			21		60236				2129	1108859			1330457
23 窯業・陶磁器製造業	102		852		119	567809			852	3408			622930
24 ガラス製造業					21708								21989
31 製鉄業		512	113206	1585			4568	155403	19985		3467		604374
32 金属加工業		6	8690	2201				189					17133
33 農業・工業機械製造業			12										12
34 自動車・自転車製造業			1619	40									13274
35 その他の輸送機械製造			1744		0		75	40					11089
36 電気機器製造業				15334							1160		66934
37 電子機器製造業			27	9									3542
38 家電製品製造業			2										5
42 基礎化学工業(肥料製造を除			5304										26115
43 化学工業製品製造業			4		0								751
44 医薬品製造業			0		2								24
45 ゴム製品製造業(タイヤを合		834	110										1920
51 製糸・紡績・織物業			26								348		58578
53 メリヤス・ニット製品製造業													4635
54 衣料品製造業	94		14088										125483
55 皮革製品製造業	24615	14	20								6		752645
61 木材・木製品製造業	22	109							1094	547			59036
62 紙製造・印刷製本業			81	7					147				34922
63 プラスチック製品製造業													7306
64 その他の工業													3074
合計	482667	1366	160953	19230	23831	731151	4643	155403	20214	7517	1117446	43715	4642989

表 4.3-9 産業廃棄物分類ごとの全国発生量推計（発生量の多い順）

コード	分類名	トン/年	比率 (%)
	磷酸石膏	6,000,000	(注)
180	ばいじん	1,117,446	24.1
22	有機汚泥	784,677	16.9
132	陶磁器くず	731,151	15.8
100	動植物性残渣	482,667	10.4
23	混合汚泥	314,798	6.8
40	廃酸	179,200	3.9
121	鉄くず	160,953	3.5
142	鋳さい	155,403	3.4
21	無機汚泥	150,628	3.2
61	廃プラスチック	128,665	2.8
50	廃アルカリ	125,052	2.7
90	繊維くず	78,508	1.7
80	木くず	68,877	1.5
181	その他のばいじん	43,715	0.9
31	廃油	25,637	0.6
131	ガラスくず	23,831	0.5
143	その他の鋳さい	20,214	0.4
122	金属くず（非鉄）	19,230	0.4
70	紙くず	15,354	0.3
150	建設廃材	7,517	0.2
141	廃鋳物砂	4,643	0.1
11	燃え殻	2,935	0.1
110	ゴムくず	1,366	<0.05
62	廃タイヤ	459	<0.05
32	塩素系廃溶剤	62	<0.05
	合計	4,642,989	100.0

注：リン酸石膏はアンケート結果からの推計ではなく、工場からのヒアリング結果による。

合計には磷酸石膏を含めていない。

表 4.3-10 NAP分類ごとの産業廃棄物発生量推計（発生量の多い順）

コード	NAP業種分類	トン/年	比率(%)
22	セメント製造業	1,330,347	28.65
55	皮革製品製造業	752,636	16.21
23	窯業・陶磁器製造業	622,953	13.42
31	製鉄業	604,389	13.02
16	精糖・菓子製造業	322,457	6.95
21	採石・石材加工業	167,031	3.6
17	農産物加工・食料品製造業	134,008	2.89
54	衣料品製造業	125,483	2.7
18	飲料製造業	125,191	2.7
15	缶詰製造業	89,333	1.92
36	電気機器製造業	66,933	1.44
61	木材・木製品製造業	59,034	1.27
51	製糸・紡績・織物業	58,579	1.26
62	紙製造・印刷製本業	34,925	0.75
42	基礎化学工業（肥料製造を除く）	26,114	0.56
12	乳製品製造業	23,049	0.5
24	ガラス製造業	21,988	0.47
32	金属加工業	17,131	0.37
14	油脂製造業	13,887	0.3
34	自動車・自転車製造業	13,274	0.29
35	その他の輸送機械製造	11,089	0.24
63	プラスチック製品製造業	7,306	0.16
53	メリヤス・ニット製品製造業	4,635	0.1
37	電子機器製造業	3,542	0.08
64	その他の工業	3,074	0.07
45	ゴム製品製造業（タイヤを含む）	1,920	0.04
13	穀物加工業	1,734	0.04
43	化学工業製品製造業	751	0.02
19	たばこ製造業	51	<0.02
44	医薬品製造業	24	<0.02
33	農業・工業機械製造業	12	<0.02
38	家電製品製造業	5	<0.02
	合計	4,642,883	100.0

4.3.3 産業廃棄物のリサイクル・処理・処分の現状

アンケート調査では、発生した廃棄物の処理・処分・リサイクルの方法についても調査した。リサイクルの方法には、自社内で原料として再度使用する自家リサイクルと、再生・リサイクル業者への売却とがある。回収した回答から自家リサイクル量およびリサイクル業者への売却量を集計した結果をそれぞれ表4.3-11および表4.3-12に示す。表ではリサイクル率または売却率が大きい順に並べた。自家リサイクル量は377,441トン/年（1997年）で、回答を集計した産業廃棄物発生量合計894,134トン/年に対し自家リサイクル率は平均42.2%、リサイクル業者への売却率は、10.4%であった。残り47.4%に相当するリサイクルされなかった廃棄物は中間処理後廃棄処分、排水に混ぜたまま下水道や外部に放流、工場内に保管、あるいはそのまま廃棄処分などの方法で処分されている。

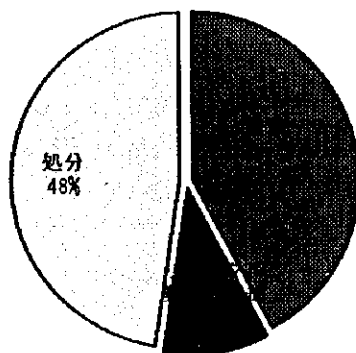


図 4.3-1 産廃のリサイクルと処分の状況

リサイクル総発生量の推計結果、リサイクル量、および調査団の工場視察調査の結果に基づき、主要な産業廃棄物の排出源、リサイクルおよび処分の状況を以下に示す。

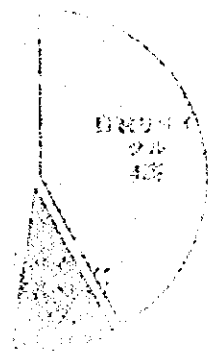


表 4.3-11 アンケート回答企業の自家リサイクル量

種別	自家リサイクルさ れている量 (トン/年)	アンケート回答工場の 合計発生量 (トン/年)	リサイクル率 (%)
180ばいじん	260,602	263,418	98.9%
132陶磁器くず	62,100	81,844	75.9%
131ガラスくず	1,500	2,035	73.7%
121鉄くず	41,300	59,995	68.8%
061プラスチック	8,734	14,039	62.2%
122非鉄くず	460	2,065	22.3%
080木くず	590	6,253	9.4%
023有機汚泥	1,500	39,852	3.8%
090繊維くず	30	988	3.0%
021無機汚泥	600	31,536	1.9%
040廃酸	16	77,306	0.01%
023混合汚泥	9	75,066	0.01%
100動植物性残渣	1	107,731	0.005%
合計	377,441	894,134	42.2%

表 4.3-12 アンケート回答企業のリサイクル業者への売却量

種別	リサイクル業者に売却 されている量 (トン/年)	アンケート回答工 場の合計発生量 (トン/年)	売却率 (%)
031廃油	3,273	4,511	72.6%
090繊維くず	570	988	57.7%
100動植物性残渣	58,147	107,731	54.0%
122金属くず (非鉄)	729	2,065	35.3%
070紙くず	879	2,828	31.1%
150建設廃材	310	1,262	24.6%
142鋳さい	16,040	68,040	23.6%
080木くず	1,056	6,253	16.9%
121鉄くず	8,494	59,995	14.2%
131ガラスくず	140	2,035	6.9%
132陶磁器くず	2,400	81,844	2.9%
011燃え殻	23	794	2.9%
143その他の鋳さい	200	8,818	2.3%
110ゴムくず	7	379	1.8%
061廃プラスチック	217	14,039	1.5%
062廃タイヤ	1	87	1.1%
021無機汚泥	280	31,536	0.9%
181その他のばいじん	8	17,640	0.05%
180ばいじん	18	263,418	0.01%
023混合汚泥	1.2	75,066	0.002%
050廃アルカリ	0.4	25,622	0.002%
040廃酸	0.2	77,306	0.0003%
合計	92,795	894,134	10.4%

① ばいじん

セメント製造業での発生が多く、アンケートに回答した企業では全量セメント原料としてリサイクルしている。つまり、セメントキルン工程から飛散したばいじんを電気集塵機で回収し、原料として再投入しているため、産業廃棄物として外部に排出されるものではない。チュニジア国のセメント製造業は以下の7社である。いずれの企業もばいじんを原料としてリサイクルしていると考えられる。

Les ciments artificiels Tunisiens

Les ciments de Bizerte

La société des ciments de Gabès

La cimenterie de Om-el-khélib

La société des ciments d'Enfidha

La cimenterie de Jebel-oust

La société tuniso-algérienne de ciment blanc

② 有機汚泥

皮革加工（皮なめし）業での発生が多い。この調査では汚泥というよりは油分・固形分を含む排水としての量が回答に挙げられたため、非常に大きな推計結果となった。加工工程からみても油脂や皮革表面の剃り落としくずを水で洗い落としているため、これらの油分、固形分を含む排水として発生している。これらの固形分は水と分離させて、汚泥として処理することが原則だが、現実には分離しないまま下水道や工場外の開渠、湖沼に放流されている場合もある。ONASの下水道に放流する場合には放流基準を満たすため前処理が義務づけられている。

③ 陶磁器くず

窯業・陶磁器製造業、特にレンガ製造業での発生が多い。アンケート回答集計では、発生量の約40%強がリサイクルされている。この場合にも工場内で原料として自家利用しているため、外部に出る廃棄物ではない。レンガはチュニジア国では主要な建材であり、生産量は573.3万トン（1996年）である。APIのモノグラフでは、レンガ工場を3つのクラスに分類している。1997年のAPIの調査では、現在操業中のメーカーは127社である。

表 4.3-13 レンガ工場の規模分け

工場規模	生産能力	設備
大工場	5万トン/年以上	乾燥機と固定式焼き窯
中工場	1万～5万トン/年	乾燥室と可動式焼き窯
小工場（手工業）	1万5000トン/年以下	自然乾燥。可動式焼き窯

出典：Les Industries de matériaux de construction, céramique et verre en Tunisie, API 1997

表 4.3-14規模別レンガ工場の数

	操業中	一時休業	閉鎖	合計
大工場	31	4	1	36
中工場	16	1	2	19
小工場（手工業）	80	5	28	113
合計	127	10	31	168

出典：Les Industries de matériaux de construction, ceramique et verre en Tunisie, API 1997

④ 動植物性残渣

精糖・菓子製造業および農産物加工・食料品製造業からの発生が多い。アンケート回答で目立つのは砂糖製造業で用いられた甜菜のくずである。チュニジア国には大規模の精糖工場が2ヶ所あり、ここから約85,000トン（1997年）の甜菜くずが排出された。これらの甜菜くずのうち約58,000トンはリサイクル業者に売却され、残り約27,000トンは家畜の飼料や肥料として農家に引き取られ利用された。

La Société Tunisienne du Sucre（生産能力10万トン/年）

Le Complexe Sucruer de Tunisie（生産能力30万トン/年）

この他、アルコール製造による醸造かすや、皮なめし業における毛、油脂などが排出されている。

⑤ 混合汚泥

セメント製造業、製鉄業、採石・石材加工業、製糸・紡績・織物業での発生が多い。セメント製造業や採石・石材加工業では通常は無機汚泥が発生すると考えられるが、何らかの理由で混合汚泥として分類したものと考えられる。製鉄業では铸造工程から、油分を含む混合汚泥が発生する。製糸・紡績・織物業では細かい繊維くずと染料やその他薬品との混合汚泥が発生している。精糖工場からの混合汚泥は特徴的で、糖分抽出のための石灰と甜菜くずが混合した汚泥が多量に発生している。

⑥ 廃酸

製鉄業と製糸・織物業での発生が多い。回答に挙げられたのは濃厚な酸ではなく、工程で希釈して使用された酸であるため、量的に多くなったが、酸濃度は2%以下である。製鉄業で発生量が多く推計されたのは、エル・フーレーズ製鉄所では、鉄製品に亜鉛めっきを施す工程があるため、この前工程での酸洗いに使用された酸が廃棄されている。また、製糸・織物業では染色のための酢酸等が廃棄されている。染色廃液は希釈した後ONASの公共下水道に放流されている。

⑦ 鉄くず

自家リサイクルではエル・フーレーズ製鉄所が自家発生スクラップをリサイクルする量が目立ったが、これは製鉄所として当然といえる。鉄くずの売却は鉄圧延工場、機械組立、金属加工からが多く、特徴的なものとしては精糖工場の空缶くずの売却量が大きかった。売却先は、Société Tunisienne Métallurgiqueがもっとも大きく、年間12,500トン（1997年実績）の故鉄を購入している。ちなみに、同社はアルミなどの非鉄金属も年間400トン（1997年）受け入れている。

⑧ 鉱さい

鉱さいの発生はほとんどエル・フーレーズ製鉄所に限られる。発生した高炉スラグ3万トンのうち半分はセメント工場に売却され、半分は適正な処理方法が開発されるまで、場内にストックされている。アルミ鋳物工場から発生するスラグも売却されている。

⑨ 無機汚泥

タイル製造における無機汚泥は自家リサイクルされているが、全体としての量は少ない。金属を含む汚泥では、エル・フーレーズ製鉄所のメッキ工程から発生する亜鉛を含むスラッジが業者に売却されている。またメッキ工程からは洗浄水の中和処理汚泥が発生するが、これは全量が埋立処分されている。

⑩ 廃プラスチック

プラスチック製品加工業では、余剰となった原料を他の用途に自家リサイクルしている。アンケート調査では、エル・フーレーズ製鉄所での製品梱包用プラスチックバンドの自家リサイクルの量が目立っている。廃プラスチックの売却量は少ない。廃プラスチックを他社から買い入れてリサイクルするための技術確立が困難であることによる。

⑪ 廃油

機械油、モーターオイルなどの廃油はすべてSociété Tunisienne de Lubrifiants (SOTULUB)に売却しリサイクルするよう、法律で定められている。アンケート結果からもSOTULUBへの売却率は72.6%と非常に高い。SOTULUBでは年間約9,000トン（1997年）の再生油を製造している。

⑫ 紙くず

紙くずは印刷業、紙製品加工（包装材、紙袋）など紙を扱う業種の外、食品加工、たばこ製造などの包装部門からも発生しており、約31%が業者に売却されている。これは産業廃棄物として工場の製造工程から排出される紙くずについての結果であ

って、最終消費されて、オフィスや家庭から排出される紙くずは含んでいない。これらのリサイクルは回収ルートがないためほとんど行われておらず、今後の課題として環境省やテュニス市が取組みを始めている。

4.3.4 産業廃棄物の埋立処分の現状

産業廃棄物の中間処理は現在には十分に行われてはいない。排水中の汚泥は下水とともに放流されているケースが多くみられる。汚泥として分離した場合であっても、重金属の無害化、安定化が十分に行われないうまま、公共の処分場に埋立てられている。廃棄物法では埋立処分の基準を定めてはいるが、現実には遵守されていない。現状では、専門的な知識・技術を持たない収集業者が、工場から廃棄物を収集し、そのまま公共の処分場に持ち込んでいる。廃棄物法によれば、廃棄物の排出者は適正な処理を行う責任を負うとされているが、現状では収集業者に引き渡すことで、適正処理の責任を転嫁あるいは放棄している。公共の処分場の側でも内容物や質を取り締まる体制が整っていないため、現状ではほとんどの持ち込み産業廃棄物を容認している。

4.4 リサイクルの現状

現在自家利用以外のルートでリサイクルされているものとその発生源の区分、リサイクルの方法の概要は以下の表 4.4-1 に示すとおりである。産業廃棄物のみでなく、家庭系廃棄物由来のものも合わせて示した。

故紙、ガラスカレット、鉄くず、アルミニウム、プラスチック、オリーブ油絞りがす、廃モーターオイル・油圧機器オイルは、それぞれ専門の再生工場で行われている。リサイクル用材料の多くは国内由来であるが、故紙、鋳物用鉄くずは一部輸入したものを使っている。例えば紙はアルジェリアやリビアから輸入している。

表 4.4-1 現在リサイクルされている品目

品目	区分	リサイクル方法
廃油（廃モーターオイル・廃油圧機器オイル）	産業廃棄物	廃油リサイクル法に基づき油圧機器用オイルとしてSOTULUBで再生
ばいじん	産業廃棄物	セメント原料として利用
陶磁器くず	産業廃棄物	原料として自家リサイクル
ガラスびん	家庭系廃棄物	デポジット制による回収・再利用
ガラスカレット	産業廃棄物	工場ではガラスびんに加工
鉄くず	産業廃棄物	製鉄所で再溶解し、棒材に加工。鋳物工場では原材料として再利用
アルミニウム	産業廃棄物（自動車部品）	アルミインゴットに再生
廃バッテリー	産業廃棄物（自動車部品）	鉛板を取り出し、バッテリー用に再生
廃プラスチック	産業廃棄物	ごみ用黒袋、農業用ビニールシートなどに再生
故紙	家庭系廃棄物・産業廃棄物	製紙工場では紙および製品に再生
有機ごみ（厨芥）	家庭系廃棄物	コンポストプラントで試験的にコンポスト化
オリーブ油絞りがす	産業廃棄物	石けん製造原料として利用

4.5 産業廃棄物の処理・リサイクルの課題

(1) 産業廃棄物の法律的な定義の必要性

産業廃棄物の定義が廃棄物の法律で明確に示されていない。日本のように一廃と産廃に分けることがテュニジアに適しているかどうかは別の議論が必要であるが、少なくとも産業廃棄物の種類、排出者の定義、処理責任を明確にする必要がある。

1998年3月に産業廃棄物の分類が定められたが、発生工程による分類であって、発生したものの物性による分類ではない。リサイクルと適正処理の観点からは廃棄物区分ごとの性質、例えば危険性、有毒性、適正処理の方法を明確にしておく必要がある。これらの区分は対策技術を検討する上で不可欠なものである。

(2) 廃棄物の収集に関する問題点

産業廃棄物は民間の業者が収集し、公共の処分場に投入している。民間業者の多くは専門的な知識・技術を書いている。理由は、産業廃棄物の収集・運搬事業についての規制や遵守事項が定められていないため、専門的な知識をもって産業廃棄物の収集をおこなうべきだという認識がないことによる。専門業者の登録制度あるいは許可制度がないため、行政側も業者の実態が把握できていない。したがって、業者を特定できず、行政指導ができない。

都市廃棄物は分別収集でなく、一括で収集されている。焼却しないで直接埋め立てているので、可燃物を分別して焼却、不燃物を埋立てという必要はない。したがって処理の観点からは分別する理由がない。しかし、今後リサイクルを推進するためには、将来的に分別収集に移行するための体制をいまから整備していくことが望ましい。同時にリサイクル設備の準備やリサイクル業を育成していく必要がある。

(3) 処分方法に関する問題点

市町村が廃棄物に関与する際の責任範囲が法律に明記されていないもう一つの問題点は、公営の処分場で受け入れる物と受け入れない物を区別する統一的基準がないことである。その結果、公営処分場で一般廃棄物も産業廃棄物も両方受け入れざるを得ない。公営処分場が必ずしも産業廃棄物を排除しようというものではないが、事業者が廃棄物の完全な処理責任があるという前提に立てば、公営処分場に受け入れる場合であっても、4TD/tという低料金ではなく、より高くより適切な料金を徴収すべきである。市民へのサービスを税金を使って提供することと、事業者が責任を果たすにあたり、公共が支援するということは別の枠組みで考えられるべきことである。

(4) 収集運搬業者の育成と指導の必要性

収集・運搬業者など、産業廃棄物の専門業者の責務や事業内容が法律で定められていない。現状では、収集業者が収集し、公共の処分場に運搬して投棄している。処分場については法律と政令で技術基準が定められているが、民間の処分場は存在しない。民間の処分場が経営できるような環境が整っていない。公共の処分場で4TD/㎡という低料金で受け入れるのであれば、民間経営では事業として経済的に成り立たない。産業廃棄物は事業者の責任で処理するという原則に基づき、民間の処分場を育成するかわりに公営の処分場では受け入れない、あるいは料金を引き上げるなどの措置が必要である。

(5) 排水の適正処理の必要性

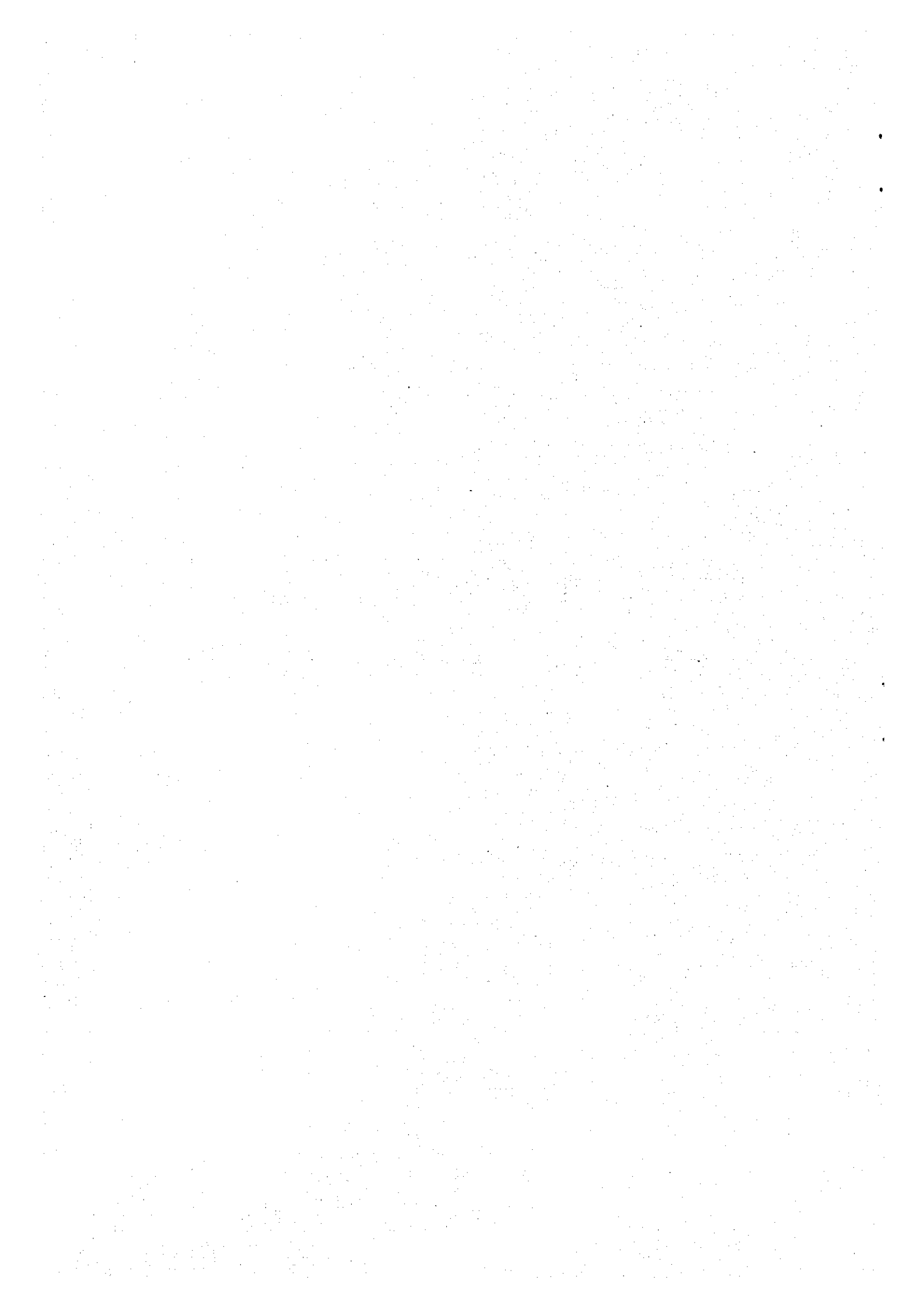
汚泥の分離が適切に行われていないため、固形分が排水に含まれたまま排水として排出されている事例がある。本来は固形分は汚泥として分離され、産業廃棄物として適正処理されるべきものである。換言すれば、産業排水処理の適正化をすすめる必要がある。ONASが所轄する下水道に放流する場合には、受入基準が設定されていて、その基準をクリアする義務がある。新規建設工場は工場設立時のEISにより、排水の質が基準をクリアすると評価された場合にのみ、ONASの下水道への接続を許可される。ONASの受入基準が設定される前から存在していた工場も、ONASの受入基準に適合するよう排水処理設備を整備することが基本であるが、現実には協議により改善を求める一方で、特例を認める場合があり、必ずしもすべての工場が基準の適用を受けてはいないようである。このような例は順次解決されていくことが望まれる。

(6) 産業廃棄物の放置

産業廃棄物が構内に放置されている。工場では保管とっているが、保管場所には屋根がなく、地面にライニングもないため、有害物質が漏出して土壌・地下水を汚染するおそれがある。ある工場では鉄くずをリサイクルするまでの一次保管と称していたが、野ざらしで錆がひどく、資源を劣化させる結果となっていた。

廃棄物の保管については法的な基準を定めて、放置しないよう、また環境汚染の原因とならないよう取り締まる体制を整備することが必要である。

B. リサイクルガイドライン編



5 品目別リサイクルの現状とリサイクルの推進の方向

5.1 鉄

5.1.1 発生源での排出・リサイクルの現状

チュニジア国の鉄鋼消費量は表 5.1-1に示すように1995年以降700,000～800,000 ton/年とほぼ横ばいである。1994年以前の消費量の実績データ自体は入手していないが、北アフリカ諸国の見かけ消費量の推移（表 5.1-2）から判断すると、1995年以降の消費量に近いと推定される。

チュニジア国は鉄鉱石の産出国であるが、年々産出量が少なくなってきており、鉄鉱石および粗鋼の輸入量が急速に増加してきている。

以下では、鉄スクラップの発生段階として、生産、加工・組立、消費の三段階に分け、排出とリサイクルの状況を述べる。

表 5.1-1鉄鋼の生産量・消費量

(単位：ton/年)

	1995	1996	1997
銑鉄生産量	156,000	145,000	160,000
鋼材生産量	277,000	272,000	303,000
鋼材輸入量	582,000	474,000	497,000
製品・間接輸入量	130,000	120,000	137,000
鋼材・加工品輸出货量	146,000	115,000	130,000
国内消費量	783,000	698,000	751,000

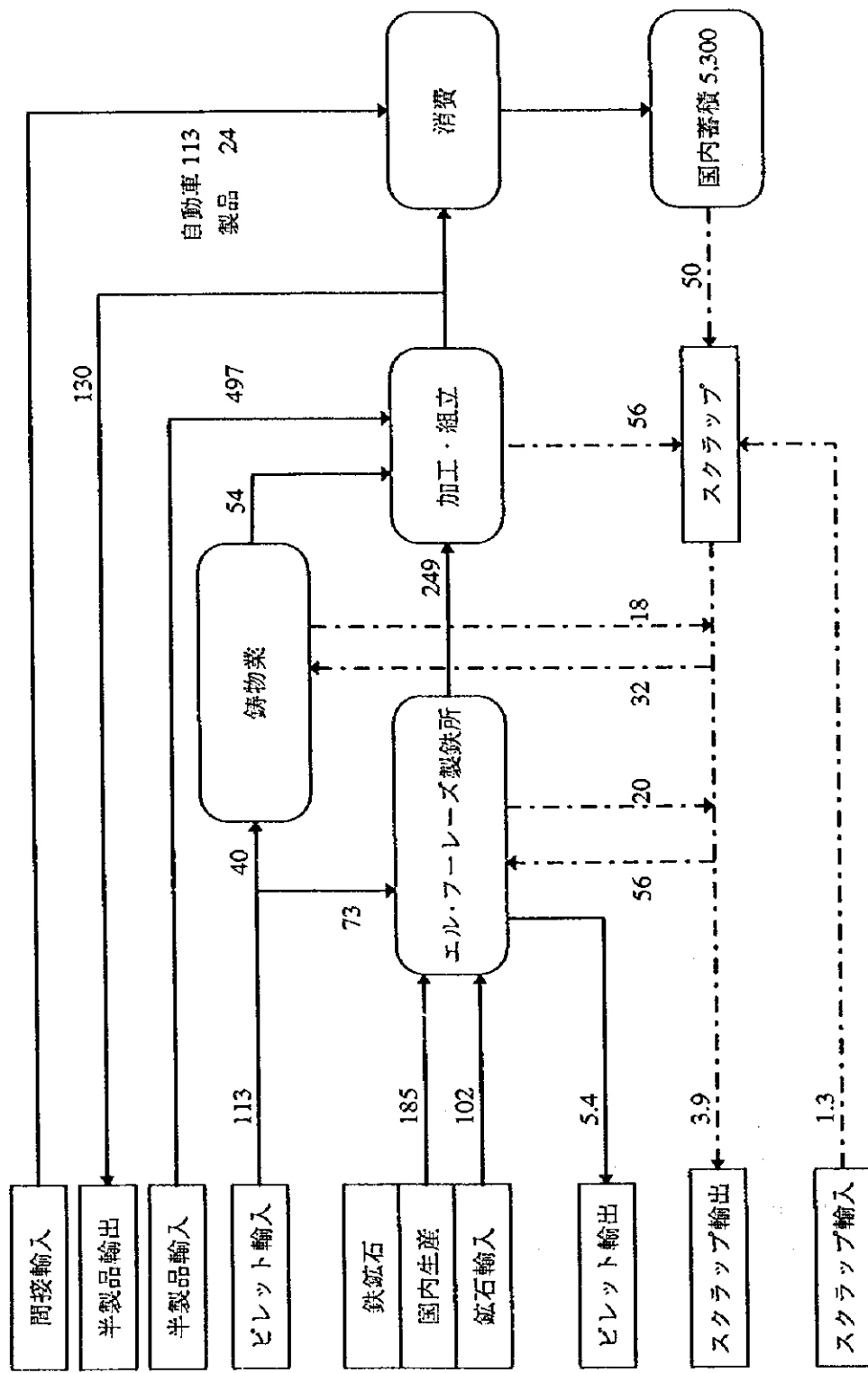
(1) 生産段階における排出とリサイクル

チュニジア国の製鉄業は大きく製鉄所、圧延メーカー、鋳物業の3種に分けられる。鉄のマテリアルフローを図 5.1-1に示す。

a) エル・フーレーズ製鉄所 El Fouladh

チュニジア国唯一の製鉄所で、国営である。高炉、転炉、電気炉、連続鋳造機、棒鋼・線材圧延機、自家発電施設、用水処理施設を備えた一貫製鉄所で、従業員約2,000人を擁する。

同製鉄所から発生する自家発生スクラップは56,400ton/年であるが、このうちリサイクル可能なスクラップ量は48,600ton/年、さらに実際のリサイクル量は20,000ton/年であった。



単位：1,000 トン

図 5.1-1 鉄・鉄製品のマテリアルフロー (1997 年推定値)

表 5.1-2 北アフリカ諸国の粗鋼生産量および見掛消費量

(単位：粗鋼、消費は千ton/年、一人当たり消費量はkg/person・year)

年	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
エジプト								
粗鋼生産量	2,025	2,114	2,247	2,556	2,524	2,772	2,622	2,642
消費量	3,217	3,111	3,297	3,389	2,929	3,009	3,968	4,343
一人当たり消費量	64.0	60.4	62.6	62.9	52.6	53.3	68.6	73.3
リビア								
粗鋼生産量	—	—	492	718	789	920	874	909
消費量	597	775	1,272	1,291	1,025	1,342	1,210	1,146
一人当たり消費量	156.2	194.7	306.6	298.2	227.2	285.6	246.9	211.8
チュニジア								
粗鋼生産量	159	187	194	182	183	184	201	187
消費量	592	576	692	627	915	900	620	640
一人当たり消費量	75.7	72.3	84.9	75.4	107.9	103.9	70.4	71.4
アルジェリア								
粗鋼生産量	1,412	1,041	836	840	842	865	807	827
消費量	2,231	2,490	1,907	2,003	2,355	2,157	2,693	1,880
一人当たり消費量	94.0	102.3	76.1	78.1	88.9	80.2	97.7	65.9
モロッコ								
消費量	805	929	883	1,056	1,055	966	1,064	965
一人当たり消費量	34.4	38.8	36.0	42.2	41.3	37.0	40.0	35.6

注) モロッコの粗鋼生産はデータ不明のため省略した。

この自家発生分の他、製鉄所外部から購入するスクラップが約80,000ton/年(1997年実績)あった。

これらのスクラップは同製鉄所内の電気炉で再利用されている。この電気炉の容量は70,000ton/年で、現状では容量が不足傾向である。また、使用電力が700kWH/tonと現今の施設にくらべ多く、効率が悪い。同製鉄所では今後、設備を改善、増強する計画である。

b) 圧延メーカー

製鉄、製鋼の設備を持たず、輸入した鉄鋼ピレットを圧延して棒鋼、線材を製造する、いわゆる単圧メーカーが2社ある。2社合計の圧延能力は約40,000ton/年であるが、近年飛躍的に生産量を伸ばしている。鉄鋼ピレットを加熱炉で再加熱し、圧延して製品化する単純な工程であるため、スクラップの発生量は比較的少なく、品質も良質である。これらのスクラップは後述の鋳物工場に引き取られリサイクルされている。

c) 鋳物業

チュニジア国の鋳物生産量はここ数年、16,000ton/年前後であり、国内の鉄道、製鉄所等の需要に見合っている。鋳物業における原料、スクラップの利用フローは

図 5.1-2に示すとおりである。原料としてスクラップ由来の鉄13,600ton/年と輸入ピレット2,400ton/年を投入し、さらに自家発生スクラップ16,000ton/年もすべて原料としてリサイクルしている。原料として投入するスクラップは全量が国内調達であり、国営鉄道、圧延メーカーから調達している。このスクラップ中の鉄の歩留まりを85%とすると、原料として投入するスクラップは $13,600 \div 0.85 = 16,000$ ton/年となる。

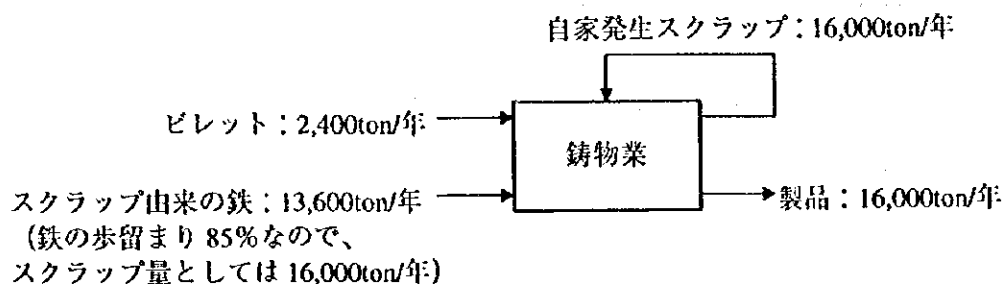


図 5.1-2 鑄物業における原料、スクラップの利用フロー

(2) 加工・組立段階

チュニジア国の鉄鋼の加工・組立産業は比較的小規模で、加工度は比較的単純である。大型の造船業、加工度の高い工作機械、精密機械部品、橋梁・高層建築用の構造物製作等の産業は発達していない。チュニジア国内で取扱われる鉄鋼製品の品目別量を表 5.1-3に示す。

表 5.1-3 鉄鋼製品の品目別取扱い量

(単位：ton/年、1997年ベース)

品目	取扱数量
棒鋼、線材	457,800
構造用鋼材	51,500
鑄鉄、鑄鋼品	16,200
圧延鋼板	225,300
パイプ	33,300
合計	800,700

棒鋼、線材が取扱量の大半を占め、このうち、かなりの部分が建設資材として使われている。圧延鋼板も表面加工する程度で、90,000 ton/年強が輸出されている状況である。チュニジア国では、本格的な鉄鋼加工産業は発達していないことから、加工スクラップの発生率はかなり低いと予測される。先進工業国の加工スクラ

ップの発生率は通常10～12%であるが、チュニジア国では発生率を7%と想定して加工スクラップ量を推定すると以下のとおりとなる。

$$\text{加工スクラップ発生量} = 800,700 \times 7\% = 56,000 \text{ ton/年}$$

加工スクラップは良質であり、その時の市況によっては一時的にストックされるものもあるが、ほぼ全量がリサイクルされている。

(3) 消費段階

消費段階のスクラップは一般に“老廃スクラップ”と呼ばれ、市中から発生する。鉄の寿命は20～30年と言われるが、鉄製品の寿命はものによって千差万別である。橋や建築物のような静的な構造物、船舶のような過酷な条件下で使用されるもの、あるいは自動車、工作機械等の駆動機械類では自ずとその寿命は異なり、スクラップとして排出する年数が違うのは当然である。老廃スクラップを推定するには、その国の鉄鋼の蓄積量を予測する必要がある。蓄積量は長年の鉄鋼の生産量、消費量、スクラップ排出量あるいは経済動向等の統計データから、以下の式を用いて算出するのが一般的である。

$$\text{年間蓄積量} = \text{年間国内使用量} - \text{年間老廃スクラップ排出量}$$

$$\text{総蓄積量} = \text{前年迄の総蓄積量} + \text{当年蓄積量}$$

チュニジア国ではこれらのデータがないため、ここ数年の使用量から推定する。チュニジア国の1997年の鉄鋼使用量は751,000 tonで、過去10年間ぐらいあまり大きな変動はない。従って、1997年の使用量を基準にして、その7年分を現在の推定総蓄積量と想定する。総蓄積量は5,300,000 tonと推定される。この推定量は老廃スクラップの発生量推定の基準として想定したものであり、リサイクル事業を確実にするためやや低めの数量を想定した。実際には、さらに2,000,000 ton程度が蓄積されている可能性がある。

総蓄積量に対するスクラップの発生率は鉄の使用方法や国情により異なるが、先進国では総蓄積量の2～3%である。チュニジア国の発生率を2%と仮定して、老廃スクラップ発生量を推定すると以下のとおりとなる。

$$\text{老廃スクラップ発生量} = 106,000 \text{ ton/年}$$

しかし、実際の排出量は推定発生量を下回っている。製鉄所、鋳物工場からの情報や生産量から逆算して、外部から搬入される老廃および加工スクラップの予測量は表5.1.4のとおりである。

表 5.1.4 メーカーに入る老廃および加工スクラップ量

スクラップの行き先	ton/年
製鋼メーカー	80,000
鋳物メーカー	16,000
合 計	96,000

上の表では各メーカーに搬入されるスクラップのうち、半分以上は加工スクラップであり、老廃スクラップとしては 40,000 ton/年前後であると推定される。

5.1.2 リサイクル業者の現状

チュニジア国の鉄スクラップ回収業者の代表的なものとして、チュニス近郊南部のムールージュに集まった自動車・家電解体業者の業者組合がある。1970年代から自然発生的に集まったものであり、全国から集まってくる廃車、廃家電、老廃スクラップを解体し、有価物の回収や危険物の取り外しなどを行っている。最終的にはスクラップをプレス成形し、全量をエル・フーレーズ製鉄所に納入している。この組合では6台のプレス機を所有し、10,000～14,000ton/年のスクラップを扱っている。スクラップの購入・売却価格は以下のとおりである。

購入価格：35TD/ton

売却価格：

タイプ	寸法 (cm)	価格 (DT/ton)
タイプ A	40×20×15	75
タイプ B	100×40×35	65

一方、鋳物メーカーは良質のスクラップを求めため、自社で直接加工スクラップを回収している。限定したスクラップ排出者と契約し、量がまとまったところで、回収に出向く方式を取っている。また、老廃スクラップであっても良質であれば受け入れている。鋳物メーカーの購入価格を以下に示す。

品 種	価格 (DT/ton)
鋳 鉄	110
鋳 鋼	75～100

5.1.3 エンド・ユーザーの現状

鉄スクラップのエンド・ユーザーはエル・フーレーズ製鉄所と鋳物メーカーである。エル・フーレーズ製鉄所の電気炉の1997年以前の容量は40,000ton/年で、単に自家発生するスクラップの処理に用いられていた。1997年に増強工事を行い、容量が70,000ton/年に拡大されて後、製鉄所外からのスクラップが受入可能になった。しかし、外部からのスクラップ受入を考えた場合には、依然として容量が十分とはいえない。自家発生スクラップの実際の利用量（1997年実績で20,000トン）を考えれば、外部からの受け入れ量は50,000トンが限度である。また、鋳物業での受入量もほぼ能力いっぱいであるといえる。すなわち、現状での受け入れ能力は以下のとおりである。

製鉄所	50,000ton/年
鋳物メーカー	16,000ton/年
総受入可能量	66,000ton/年

5.1.4 リサイクル・処理・処分フロー

現在のスクラップのリサイクルのフローを図 5.1-3 に示す。

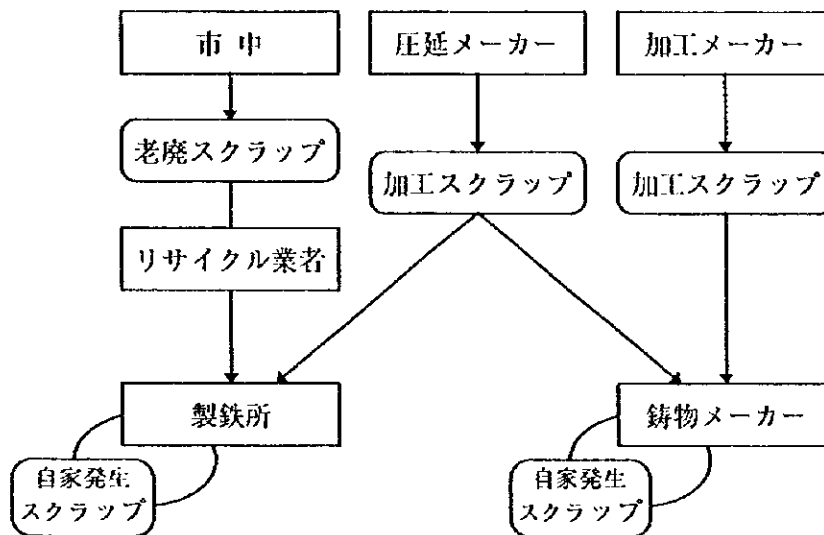


図 5.1-3 スクラップのリサイクル・フロー

5.1.5 発生源・メーカーでの望ましい対応

不純物が混入することによりスクラップの価値が下がるため、不純物の混入を極力少なくすることが望ましい。このためには、発生源で不純物を混入させないことがもっとも効果的である。回収業者の分別作業に要する労力を節約でき、良質のスクラップとして評価される。

発生源・排出者にとっては、スクラップをより高い価格で売却できるため、不純物の混入防止へのインセンティブとなる。

5.1.6 回収システムとリサイクル工場の整備

前述のとおり、1970年代からスクラップ回収業者が現われ、回収ルートが一応ながら確立されてきた。また、圧延メーカーのスクラップは鋳物メーカーで利用されている。しかし、現在まだ回収ルートに乗っていないスクラップも多く、さらに回

収率を向上させる余地が十分にあるといえる。現在の回収システムではキャパシティが不足しており、現在以上のスクラップ回収利用は期待できない。業者の参入を推進し、設備能力を増強する必要があるといえる。

スクラップは国際商品であるため、国際価格に対応できる回収ルート・売却システム、リサイクル事業を確立するべきである。現状ではスクラップの輸出入に関税がかけられているが、将来の貿易自由化に備えて回収システム・流通システムの効率化による輸送運賃のコストダウンなどの経営努力が求められる。

現在回収業者の多くはテュニス近郊に集中しているが、全国からスクラップを効率的に回収するためには、第2の都市スファックス近郊など、南部にも回収拠点を設けることが有効利用につながると考えられる。

現在は、回収物の解体、選別などをすべて人力で行っているが、スクラップの鉄含有量を高めるためには、風力選別、磁力選別を行い非鉄金属の除去率を高める必要がある。

5.1.7 望ましいリサイクル技術・プロセス

裁断、寸法の調整、非鉄金属・プラスチックの分別を行う各種の機械が開発されている。スクラップの特性に合わせた前処理フローおよびリサイクル・プロセスを図 5.1-4 および図 5.1-5 に示す。

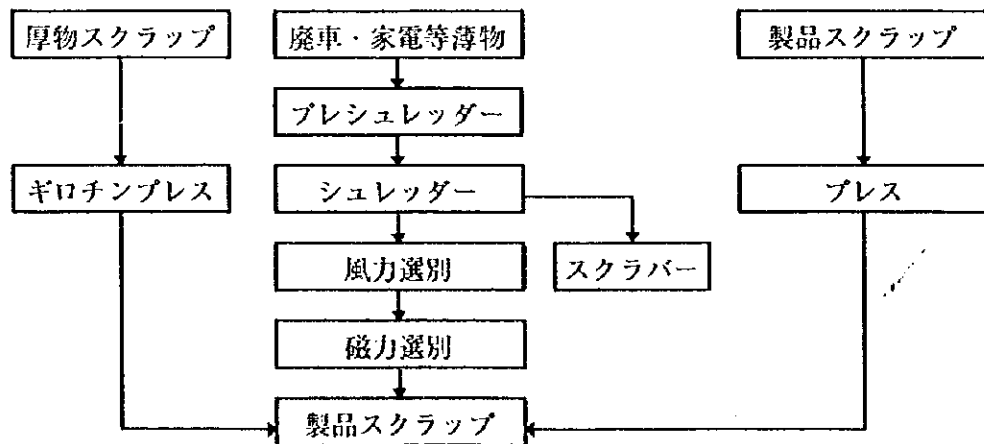


図 5.1-4 スクラップの前処理フロー

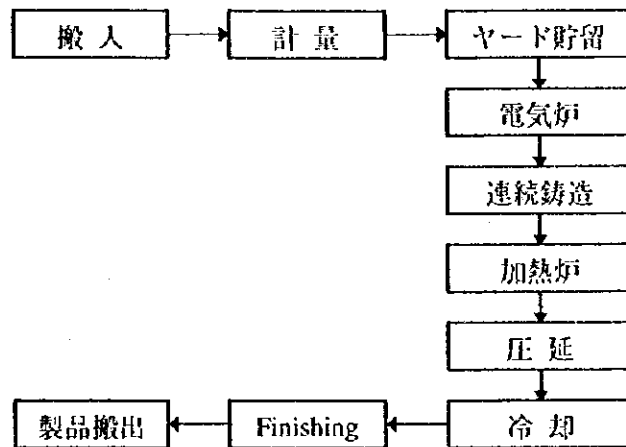


図 5.1-5 スクラップのリサイクル・プロセス

5.1.8 エンド・ユーザーでの設備投資の方向

表 5.1-1 に示したように、チュニジアは毎年50万トン前後の鋼材および13万トン前後の鉄鋼製品を輸入しており、その輸入依存度は非常に高いといえる。他のマグレブ諸国と比較しても、輸入依存度がもっとも高い (表 5.1-2)。

スクラップ排出可能量とスクラップ受入設備能力は以下の通りである。

(1) スクラップ排出可能量	ton/年	備考
自家発生	65,000	製鉄、製鋼、鋳物
加工	55,000	
老廃	103,000	
合計	223,000	

(2) スクラップ受入設備能力	ton/年
製鋼メーカー	85,000
鋳物メーカー	20,000
合計	105,000

スクラップ排出可能量が受入設備能力を大幅に上回る状況にある。一方、鉄鋼ピレットを中心とした半製品の輸入は110,000ton/年近くあり、この量はちょうど設備能力不足により残余となるスクラップ量に匹敵する。

これらの状況を鑑みれば、スクラップを電炉製鋼によりリサイクルすることは、需要にかなっており、鉄の自給率を高めることで自国経済の発展に寄与するものである。すなわち、輸入依存度を引き下げ、資源を有効利用し、雇用を生み出すことにより経済力を強化できると考えられる。

表5.1-5 鉄鋼製品の生産高および輸出入高

(単位:ton/v)

	1995				1996				1997			
	国内生産	輸入高	輸出高	使用量	国内生産	輸入高	輸出高	使用量	国内生産	輸入高	輸出高	使用量
棒鋼	213,200	199,300	1,300	411,200	213,800	127,400	500	340,700	236,100	130,700	1,000	365,800
線材	19,100	58,800	5,900	72,000	22,700	60,500	4,100	79,100	22,000	49,000	3,700	67,300
構造用鋼材	28,500	32,700	25,500	35,700	19,200	44,200	3,300	60,100	29,000	42,500	7,500	64,000
鉄鉄品	10,000	0	0	10,000	12,000	0	0	12,000	12,000	0	0	12,000
その他鉄鋼品	4,000	0	0	4,000	4,200	0	0	4,200	4,200	0	0	4,200
圧延鋼板	0	239,500	83,600	155,900	0	195,200	83,000	112,200	0	225,300	91,900	133,400
ステンレス製鋼板他	0	2,800	0	2,800	0	2,600	nil	2,600	0	3,200	0	3,200
その他合金鋼	0	10,500	100	10,400	0	9,200	100	9,100	0	10,000	nil	10,000
矢板レール、鋳鉄管	0	14,500	1,000	13,500	0	10,400	nil	10,400	0	3,400	0	3,400
パイプ等	0	23,500	18,200	5,300	0	24,700	14,200	10,500	0	33,300	14,700	18,600
合計	274,800	581,600	135,600	720,800	271,900	474,200	105,200	640,900	303,300	497,400	118,800	681,900

表5.1-6 鉄鋼半製品および鉄鋼製品の輸出入高

単位:トン/年

	1995			1996			1997		
	輸入高	輸出高	使用量	輸入高	輸出高	使用量	輸入高	輸出高	使用量
	鉄、鉄等	1,900	nil	1,900	1,700	0	1,700	680	0
合金鋼	1,600	nil	1,600	2,600	0	2,600	2,800	0	2,800
鉄、鋳物くず	800	2,500	-1,700	900	3,100	-2,200	1,300	3,910	-2,610
粒状、粉状鉄	1,100	0	1,100	1,100	0	1,100	740	0	740
鉄、鋳鋼インゴット、半製品	29,400	7,900	21,500	68,300	2,500	65,800	108,980	5,390	103,590
合計	34,800	10,400	24,400	74,600	5,600	69,000	114,500	9,300	105,200

(注) 半製品は国内生産の原材料となる。これらを使って製品化する企業はEl Foulach, Intermetal, S. A. Tの庄延3社と鋳物メーカーである。

単位:トン/年

	1995			1996			1997		
	輸入高	輸出高	使用量	輸入高	輸出高	使用量	輸入高	輸出高	使用量
	タンク、容器等	1,800	800	1,000	2,200	1,000	1,200	3,300	1,000
ケーブル、ネジ、チェーン等	6,000	7,200	-1,200	7,100	6,000	1,100	8,000	5,800	2,200
鍋釜、ラジエーター、浴槽	9,400	1,200	8,200	9,400	1,300	8,100	9,100	1,900	7,200
その他	5,400	1,500	3,900	5,300	1,500	3,800	3,500	2,100	1,400
合計	22,600	10,700	11,900	24,000	9,800	14,200	23,900	10,800	13,100

(注) 輸出高には、加工製品の一部分が含まれている。また、少量であるが、機械部品としての輸出もあるが、上記表にはカウントしていない。

表5.1-7 主要鉄鋼製品価格及び輸入価格

品目	国産価格	輸入価格	関税率(%)	付加価値税(%)	輸出価格	備考
棒鋼	497	281-336	43	17	199-421	
線材	750-780	327-426	43 (20)	17	505	
構造用鋼材	1103	326-356	22 (43)	17	436	
圧延鋼板	-	367-386	20	17	513	輸出は表面加工
ステンレス製板	-	2242-3650	20	17	-	
矢板	-	588	22, 31	17	-	
レール	-	725-1254	10-27	17	-	
パイプ	-	1268-1346	10-27	17	709-2149	シームレス
鉄、鉄半製品	500-580	269-271	36	17	176-447	
タンク(ガス用)	-	3186	10, 43	17	7024	
鍋釜	-	4296	43	17	3164	
浴槽	-	889	20-42	17	1685	
鉄鉱石	16-19	46	20	17	34	
スクラップ-1	65	-	-	17	-	100cm運賃納入者持ち
スクラップ-2	75	-	-	17	96	40cm 運賃納入者持ち
スクラップ-3	-	159	20	17	-	

表5.1-8 鉄鋼の間接輸入による蓄積量 (輸出入の収支より推算)

(単位:トン/年)

品目	鉄保有率	1995			1996			1997					
		輸入量	輸出量	収支	蓄積量	輸入量	輸出量	収支	蓄積量	輸入量	輸出量	収支	蓄積量
重電関連	80%	107,700	27,900	79,800	63,800	88,500	11,900	76,600	61,000	94,100	12,700	81,400	65,000
家電関連	15%	36,100	22,700	13,400	2,000	37,300	27,300	10,000	1,500	58,300	34,600	23,700	3,500
農業機械	75%	1,900	600	1,300	1,000	1,000	500	500	300	1,900	100	1,800	1,300
自動車	55%	75,200	4,700	70,500	38,700	55,300	3,200	52,100	28,600	66,800	3,700	63,100	34,700
船舶	85%	2,800	600	2,200	1,800	5,400	300	5,100	4,300	15,500	5,200	10,300	8,700
合計		223,700	56,500	167,200	107,300	187,500	43,200	144,300	95,700	236,600	56,300	180,300	113,200

単位:台数

(注) 自動車の輸入台数は以下の通り。

	1996	1997
小型自動車、乗用車、四輪駆動車	11,808	23,685
バス	1,382	1,228