

# 分野別(環境)援助研究

## 〔現状分析〕

1988年12月

国際協力事業団  
国際協力総合研修所

総 研
J R
88-24



JICA LIBRARY



1074875[4]

19247



## はじめに

開発援助における環境問題を検討するためにJICAでは1988年6月に「分野別（環境）援助研究会」を設置し、同時に研究会の検討に必要な分析作業等を行なうために研究会の下にタスクフォースを設置した。

本冊子はタスクフォースが行なった、“開発と環境”にかかる現状分析をとりまとめたものである。分析にあたっては、単に開発にともなう環境劣化、環境破壊そのものに力点を置くのではなく、環境問題を生ずることによってどの様に持続可能な開発が妨げられるかに力点を置いた。また、持続可能な開発を希求しつつも環境問題を生じ、開発そのものの基盤を崩すような事態が何故開発途上国で生じざるをえないのか、その背景についても極力分析の視点に置くようにした。このような視点なくして開発途上国が共鳴しえる開発援助の在り方は検討することが出来ないと考えたからである。

タスクフォースの力量、収集した情報量また、分析に与えられた時間の制約もあり、的確かつ十分な現状分析とは言い難いが、本冊子が関係者の“開発と環境”への創造的な取り組みへの一助となれば幸いである。

1988年12月

タスクフォース主査

今井 千郎



# 目 次

はじめに

図表リスト	i
I. 開発途上国の環境問題	1
1. 地球規模の自然環境	3
1-1 大気	5
1-2 海洋	5
1-3 陸上環境	7
参考文献	10
図表	11
2. 農業開発と環境問題	27
2-1 農業開発と環境問題の背景	29
2-2 農業開発と環境問題	31
引用・参考文献	35
図表	36
3. 熱帯林開発と環境問題	51
3-1 概況	53
3-2 熱帯林を取り巻く諸問題	53
引用・参考文献	59
図表	60
4. 水産業開発と環境問題	71
4-1 水産業開発の変遷	73
4-2 水産業開発等と水族環境への影響	73
図表	75
5. 鉱工業・エネルギー開発と環境問題	81
5-1 背景	83
5-2 鉱工業・エネルギー開発と環境問題	85
5-3 環境問題の要因と克服課題	90
引用・参考文献	92
図表	93

6.	インフラ整備と環境問題	103
6-1	開発途上国のインフラ整備と産業活動	105
6-2	開発途上国のインフラ整備と環境問題	105
6-3	開発途上国のインフラ整備における問題点の要因分析	108
	引用文献	110
	図表	111
7.	都市の環境問題	113
	引用文献	116
8.	環境衛生	119
8-1	背景	121
8-2	現状	123
	引用・参考文献	127
II	開発途上国の環境関連法制度、行政・組織の現状と制約条件	129
1.	法制度及び行政・組織の現状と特徴	131
2.	法制度及び行政・組織の制約条件	143
3.	幾つかの国における環境ラボラトリー及びモニタリングの事例	146
III	我が国の援助の現状	149
1.	JICAの環境関連の事業の現状	151
2.	OECDの環境関連の事業の現状	159
3.	NGOの環境分野での協力の現状	161
IV	主要援助機関の環境配慮の体制	163
	参考資料	171

## <図表リスト>

### 1. 地球規模の自然環境

- 図1-1 地球規模の温度上昇の要素
- 表1-1 主要都市の二酸化硫黄濃度
- 表1-2 主要漁場における世界の年間漁獲高(1979~84年)
- 表1-3 蛋白質源としての魚の重要性
- 表1-4 汚染の型と海洋への影響及び持続
- 図1-2 海洋汚染源(1)・(2)
- 表1-5 地球の水:推定貯水量及び地球環境における滞留時間
- 図1-3 水の地球規模の循環(1000km<sup>3</sup>/年)
- 表1-6 主要河川流域
- 図1-4 アフリカの主要な人造湖
- 表1-7 人工湖の生物的影響
- 表1-8 熱帯域の耕作可能地及び耕作地
- 表1-9 世界の土壌資源と過度の土壌流失の現状と予測(1980~2000年)
- 図1-5 全世界の耕地における土壌流失量(1984年)
- 図1-6 熱帯の気候帯と植生分布
- 図1-7 マングローブの世界分布
- 表1-10 気候帯ごとの種の数
- 表1-11 熱帯地域における毎年の森林破壊の予測(1981~85年)
- 表1-12 アマゾン諸州の森林破壊速度
- 表1-13 幾つかのE S C A P地域諸国における熱帯樹林消滅度
- 図1-8 中米の熱帯林の破壊
- 図1-9 世界の沙漠化地図
- 表1-14 綱分類ごとの種の数
- 表1-15 哺乳動物絶滅の加速化現象
- 表1-16 アフリカの制約要因

### 2. 農業開発と環境問題

- 図2-1 2000年までの世界人口
- 表2-1 1980~2100年の世界人口の増加予測
- 表2-2 20年間の農業の発展
- 表2-3 世界の食糧消費(1980~82年の平均)

- 表 2-4 1981～1985年における年平均森林消失面積と植林
- 表 2-5 中米の熱帯林の破壊
- 図 2-2 中米の熱帯林の破壊
- 図 2-3 世界の耕地面積の年間増加率（1950～80年の推計、2000年への予測）
- 図 2-4 一人当たりの耕地面積及び肥料使用量（1950～84年）
- 図 2-5 世界の灌漑面積（1900～82年）
- 表 2-6 世界の灌漑面積の増加（1950～85年）
- 表 2-7 世界の穀物生産と肥料使用量の比較（1950～86年）
- 図 2-6 農業開発の環境問題の背景
- 表 2-8 世界の耕地における土壌流失に関する推計
- 表 2-9 世界の土壌資源と過度の土壌流失の現状と予測（1980～2000年）
- 図 2-7 タンザニアの半乾燥地域における地表植生別の土壌侵食率
- 図 2-8 主要なテラス型式
- 図 2-9 バンド（Band）の例
- 図 2-10 傾斜地栽培と土壌保全の例
- 図 2-11 沙漠化の危険のある地域
- 表 2-10 サヘル地域の沙漠化の進展度（1977～84年）
- 表 2-11 母乳中の殺虫剤・農薬の濃度

### 3. 熱帯林開発と環境問題

- 図 3-1 世界の森林植生分布
- 表 3-1 世界の森林植生分布（1980～1985年）
- 表 3-2 森林タイプ・地域別熱帯林の年間平均伐採度（1981～85年）
- 表 3-3 熱帯圏諸国における森林伐採（1980～85年）
- 図 3-2 熱帯林伐採による水文的影響
- 表 3-4 アグロフォレストリー・システムと実例
- 表 3-5 中央アメリカにおける森林地から放牧地への転換（1961～78年）
- 表 3-6 西アジア地域における放牧地の状況(1)・(2)
- 表 3-7 主要消費国における薪炭材・炭の生炭
- 表 3-8 薪炭材の不足する地域とその人口（1980年～2000年）
- 表 3-9 世界の林産物主要輸出入国（1983年）

### 4. 水産業開発と環境問題

- 表 4-1 世界の漁獲量

- 表 4-2 蛋白資源としての魚の重要性
- 図 4-1 水産業開発と環境問題
- 表 4-3 水産業開発が水棲生物の環境に与える影響例
- 表 4-4 開発行為が水棲生物の環境に与える影響

## 5. 鉱工業・エネルギー開発と環境問題

- 表 5-1 工業化のレベル：工業国（1976年）
- 表 5-2 工業化のレベル：準工業国（1976年）
- 表 5-3 工業化のレベル：工業化しつつある国（1976年）
- 表 5-4 工業化のレベル：非工業国（1976年）
- 図 5-1 生態系と工業社会におけるエネルギーの流れと物質代謝の比較
- 表 5-5 中国都市における酸性雨観測数値
- 図 5-2 チャオプラヤ川の泥土中の重金属（1978年）
- 図 5-3 ジャカルタ湾の海水中の重金属濃度（1979年）
- 表 5-6 ジャカルタ湾及びシャム湾上部の重金属濃度（1978年）
- 図 5-4 鉱山における廃滓・排水系の理想的流れ
- 図 5-5 環境問題に利害関係をもつ団体と各団体レベルで考えられる具体的な環境汚染の要因(1モデル)

## 6. インフラ整備と環境問題

- 図 6-1 多目的ダムプロジェクトにかかわる環境問題
- 表 6-1 幾つかのダムにおける沈泥速度
- 表 6-2 インドの幾つかのダムにおける沈泥速度



# I 開発途上国の環境問題



# 1. 地球規模の自然環境

1 - 1 大気

1 - 2 海洋

1 - 3 陸上環境

1 - 3 - 1 陸水

1 - 3 - 2 土壌

1 - 3 - 3 植生

1 - 3 - 4 野生動物



## 1-1 大気

### (1) 気候の変動〔二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>)の増加による温室効果〕

全地球の陸上生態系の炭素蓄積量(植物体600ギガトン; 土壌有機物1,200ギガトン)は大気中(700ギガトン)の2.6倍あり、年±40ギガトンの炭素収支平衡(光合成による植物体としての固定量; 同量の有機物分解)を保持していた。現在この平衡は熱帯林の破壊や化石燃料の大量消費により崩れた。今、人類は年5ギガトンの炭素を化石燃料の消費により大気中に放出し、その半分は大気中に残り、残り半分の2.5ギガトンは森林等の植物か海が処理している(依田恭二 1982)。このように化石燃料の消費と植生破壊(炭素量年1.8ギガトン; 森林破壊の約90%は熱帯林)によるCO<sub>2</sub>循環の平衡破壊は、毎年1ppmの割合で大気中CO<sub>2</sub>のバックグラウンド濃度(1900年推定値290ppm; 1985年測定値340ppm; ハワイ・マウナロア測候所)を増大しつつある。CO<sub>2</sub>濃度は将来、現在の2倍になると予想され、その時、地球の平均気温は約2℃上昇し、各地で気候が変動するといわれている(図1-1)。

### (2) 大気汚染

近年多くの開発途上国では工業活動が増え、都市化が進み、自動車が急増している。このため開発途上国でも化石燃料の燃焼により大気中に放出された汚染物質(硫黄酸化物、窒素酸化物、一酸化炭素、炭化水素及び浮遊粒子状物質等)、及び大気中で生成した二次汚染物質(光化学オキシダント)等による大気汚染が進んでいる(表1-1)。北ヨーロッパやアメリカ北東部で問題となっている酸性雨による森林破壊や湖、河川、土壌への悪影響、さらに種々の化学品の出現による大気汚染も、開発途上国で、これから増えると予想される。

## 1-2 海洋

### (1) 海洋の特徴

海洋は地球の表面の70%を覆い、生命を支えるシステムの維持、気候の緩和、酸素を生み出す植物プランクトンを含む植物や動物の生存などに、重要な役割を果たしている。

海洋はまた、世界の廃棄物の多く(化学物質、石油、都市廃水、放射性物質など)の最終的なたまり場でもある。海洋環境の問題は、先進国及び開発途上国のいずれの経済活動にも起因する地球レベルの環境問題で、その影響が一国内にとどまらず国境を越えて地球的に広がっていくものである。

海洋の持続的可能な開発は、海洋の管理をいかに行うにかかっている。

### (2) 海洋生物資源

世界の漁獲量は1984年時点で年間8,277万トンである(表1-2)。幾つかの先進国と同様に、多くの開発途上国でも魚介類が主要な動物蛋白質源である事実は見逃せない(表1-3)。

しかし、漁業予測によれば、これまで続いてきた年間漁獲量の増加の傾向は頭打ちになったものとみられる。漁業の圧力が増大すると生物資源に大きな圧力がかかり、今まで継続的に漁

獲してきた種の乱獲につながる。

### (3) 貴重な場所

#### 1) 河口水域

河口水域は面積が小さい割には、水生動物の生態系の中で大きな役割を果たしている。水生動物の多くは、大陸棚や沿岸の河口水域で産卵する。

河口水域が埋め立て、港湾整備、汚染により産卵や水生動物の棲息場所として適合しないものとなれば、大量の蛋白質供給源が失われる。

#### 2) 塩性沼沢地（干がた）

塩性沼沢地はいろいろな種類の魚、貝、野鳥、哺乳類の棲息場所を提供する。カモ、ガンなどの多くの水鳥類が干がたを、渡りの途中での休息地及び餌の場所としている。

しかし、塩性沼沢地は人間の居住、農業、工業のため、埋め立てや浚渫が行われ、開発の影響を受けている。

#### 3) 熱帯マングローブ林

熱帯マングローブ林は高い生産力をもっていて、熱帯沿岸の多くの重要な漁業対象魚介類が、その一生を通して、直接あるいは間接に餌場や隠れ場所としている。

熱帯マングローブ林は、都市開発、工業用地、沿岸採鉱、植林なしの伐採、養魚池などの開発による破壊を受けている。

#### 4) サング礁

サング礁は複雑さと多様性で熱帯雨林に匹敵し、生産性の高い浅海生態系である。また外洋の圧力に対する防波堤の役割を果たしている。沿岸開発によるサング礁の破壊が続けば、海洋環境全体に影響し、生産力と保護能力が損なわれる。また、レクリエーションの場としての価値を失わせる。

### (4) 海洋汚染

海洋の汚染源には次の六つが考えられる。

- 1) 石油（タンカーの運航、産業廃水、海洋掘削など）
- 2) 化学物質（産業廃水、農薬、化学肥料、廃棄物投棄船など）
- 3) 都市廃水
- 4) 重金属（鉱山開発、産業廃水など）
- 5) 放射性物質（放射性工業廃棄物、臨海原子プラントなど）
- 6) その他（浚渫、海洋底の鉱物採掘など）

そして、汚染の型と海洋への影響及び影響持続期間は表 1-4 に示す。また、世界の海洋汚染の状況については図 1-2 に示す。

## 1-3 陸上環境

### 1-3-1 陸水

#### (1) 水資源

水は地球規模で自然循環し、太陽熱は毎年 $45\text{km}^3$ の水を地球表面より蒸発している。そのうち約 $11\text{万km}^3$ が陸上に降り、そこから約 $7\text{万km}^3$ （その差 $4\text{万km}^3$ は海へ流出）が蒸発する。

（表1-5、図1-3）。このような海-大気-陸の循環があるので、水は再生可能な資源（農業・工業・生活用水、動植物の生息地、及び希釈・浄化機能等）となっている。地球規模で見ると水は十分に存在するが、様々な気候型・天候により、その供給は安定していない。アジアは高い山脈と季節風が支配する気候により降雨と流出は変動する。アフリカでは乾燥地帯が大面積を占め、世界第二の大河ザイール川（旧コンゴ川、当大陸の水の30%を供給）は人口の希薄な熱帯雨林を通過している。南アメリカは水資源に恵まれているが、その流出の60%は開発の難しいアマゾン川を流下する（L. R. ブラウン、表1-6）。

#### (2) 富栄養化・水質汚染

現在、開発途上国においても多くの河川や湖沼の富栄養化や水質汚染が進んでいる。富栄養化の原因は都市下水や農業で使用される化学肥料や厩肥等である。ラテンアメリカ諸国では汚染の規制が弱いので、都市下水や工業廃水は未処理のまま河川に排出される。また、集水域での森林の伐採・焼畑農業により表土が侵食・流亡し、水系に堆積される。これらは河川や湖沼の生態系を破壊し水性生物の生息地を消滅させている。

#### (3) 人工湖の生物学的影響

開発途上国ではダム建設により多くの人工湖（貯水池）が完成し、以後、その生物学的影響が明らかになってきている（図1-4、表1-7）。例えば、アフリカのボルタ湖建設以後は停滞水での中間宿主（カタツムリ）の増加により湖岸の住民の住血吸虫病発生率が高まった（エディン・エディントン 1983）。

### 1-3-2 土壌

#### 1) 土壌の多様性

熱帯には多くの種類の土壌が存在する。これは、熱帯が変化に富んでおり、この地域の土壌生成要因である気候、植生、地質、地勢等に多様性があるからである。これらの土壌の種類や分布は、熱帯土壌の有効利用にとり重要な情報である。

#### 2) 土地利用と土壌

世界の陸地面積の38%が熱帯（南北回帰線間の）地域にある。この地域の潜在的可耕地率は陸地面積の33.3%と高く、世界の潜在的可耕地の51%（うち69%が未利用、すなわち世界の可耕地の65%-1970年当時）がここにある（表1-8）。また大陸別にみた耕地化率によれば、熱帯アメリカ（耕地化率13.4%）・アフリカ（同25.3%）は開墾等による農地の拡大が可能であるが、熱帯アジア（同74.4%）では拡大の可能性が少ない。これらの土地は現在開発されつつ

あるが、不適切な計画や管理により、土壌の劣化、侵食、沙漠化等を引き起こしている。

### 3) 土壌侵食

土壌侵食の主な人的な原因として次の三つがある。

- (1) 乾燥地または半乾燥地での過度な放牧、休耕期間の短縮、樹木の燃料利用（沙漠化）
- (2) 慣行的な農作業（一般的な土壌侵食と有機物の流亡）
- (3) 森林の伐採（特に急斜面上、または多雨熱帯地域での）

実際の土壌侵食の度合は植物被膜の程度、雨滴の強さ、土壌の吸水能力、地形等により影響される。耕地における土壌流出は引き続き起こり、世界の表土量も年々減少すると予測されている（表1-9）。特にインドと中国における流出は大きく、世界の土壌流出の35.4%を占めている（図1-5）。

### 4) 土壌の劣化

土壌侵食による表土流失、耕作による土壌有機物・栄養素の減少、乾燥地の灌漑による塩類集積等により土壌の劣化が進んでいる。さらに経済成長に伴う都市の建設用地等により農地が消失している。

## 1-3-3 植生

### (1) 熱帯の植生とその特徴

熱帯の植生には、その気候帯と密接に関連したサバンナ、熱帯低木林、亜熱帯落葉樹林、熱帯雨林や湿地のマングローブ林等が広く分布し（図1-6及び1-7）、それぞれが安定した生態系を保持している。例えば、アマゾン流域の複層の熱帯雨林は複雑な構造をもち、年間2,000mm以上の雨を土壌侵食もなく吸収し、その大部分（74%）を再び蒸発散により大気に戻している。土壌は強度の溶脱作用により貧養であり、植物は、その養分を自身が産出する有機物の速い分解に頼っている。このように熱帯雨林は水、養分の再循環により存在するとともに、多量の酸素を供給し、推定2.5百万種（地球上の半分）以上の生物種の棲息場所となっている（表1-10）。

### (2) 熱帯雨林の破壊

生物学的宝庫である熱帯雨林は、かつて約15億haあったが、現在は9億ha（地球陸地の6%-1970年代後半）が残り、さらに毎年7.5百万haが消滅している（大来 1987、表1-11）。この消滅速度は地域により異なるが、中米では、すでに残存面積も少なく、アマゾン地域では1990年代の完全消滅が予想されている（表1-12及び1-13、図1-8）。

### (3) マングローブ林の破壊

マングローブ（熱帯の潮間帯に生育する同じ生態的性質をもった一群の種、または、それらの種からなる植物群落）は熱帯、亜熱帯66カ国の海岸線の75%（1,600万ha）を覆っている（IUCN 1983、図1-7）。マングローブは塩性沼沢地や河口域と同様、高い生産力を持ち、海岸線を保護し、野鳥・哺乳類の棲息場所や各種の淡水・海産生物（多くの重要な漁

業対象魚介類を含む)の生育、あるいは繁殖場となっている。このマングローブも養魚地、工業用地等多様な開発行為により破壊が進み、すでにインドで82%、タイでは32%(タイ森林局)が消滅した。

#### (4) サバンナの沙漠化

沙漠化(気候・土壌要因などの変化により、沙漠周辺の乾燥地域が沙漠に変わること)の進行の著しい地域は、サハラ砂漠南縁、中近東の一部、南アフリカ等である(図1-9)。いずれも沙漠周辺地域の人口増加と関係があり、住民による草原・サバンナでの過放牧、その農地化と過度の作物栽培(例、焼畑耕作の短期反復)または薪炭生産による植生の破壊等が原因である。この結果、土壌の侵食・塩類集積、降水量の減少、気温の上昇、砂嵐の増加による沙漠化が進行する。沙漠化により年間600万haの土地が失われ、沙漠化の影響を受けているのは牧草地で31億ha、降雨穀倉地で3億3,500万ha、灌漑地で4,000万haである(UNEP 1984)。このように沙漠化しやすい乾燥地、半乾燥地では、農牧畜・薪炭等の生産活動を、その生態的限界内で維持することが重要である。

### 1-3-4 野生動物

#### (1) 野生動物の減少

地球上には174万種の生物が確認(推定では493万種)されており、そのうち魚類・両生類・爬虫類・鳥類・哺乳類の総数は4万種である(表1-14)。熱帯雨林(氷河期の動植物避難所)は種の宝庫であり、冷涼地より多種の昆虫・鳥・高等動物を保存している(表1-10)。しかし、現行の熱帯雨林伐採率では、2000年までには15~20%の生物種(特に昆虫と植物)が絶滅に瀕すると考えられている(CEQ and USDA 1980)。同様に哺乳動物も、その生息地の崩壊により、異常な速度で絶滅、または絶滅に瀕している(表1-15及び1-16)。

#### (2) 保護地域

世界中で4億haが国立公園や保護地域として保存されている(1982年国連統計)。

#### (3) 野生動物の価値

1. 野生動物は、生態系の一員として自然の調整機能(例:害虫の繁殖を抑える鳥類や昆虫類の固体群の維持)を果たす。
2. 種の改良分野(例:遺伝子組換え)の技術革新により、家畜の近縁野生種の利用可能性が出てきた。

参考文献

- (1) Chiras, D. D. 1982. Environmental science. A framework for decision making. The Benjamin/Cummings Publ. Co. 655p.
- (2) レスター, R. ブラウン編著 本田幸雄(監訳). 1986年.  
地球白書-持続可能な社会をめざして. 福武書店. 398p.
- (3) J. M. エディントン及びM. A. エディントン著. 幸丸正明訳. 1983年.  
生態学と環境計画. 共立出版. 227頁.
- (4) 依田恭二. 1982. 炭素ガス濃度と森林. 緑の地球防衛国際シンポジウム  
プログラム. 1982年11月22日. 23日. 緑の地球防衛基金  
主催. 横浜国際会議場.
- (5) 大来佐武郎監修. 1987年. 地球の未来を守るために.  
福武書店. 440頁.
- (6) I I E D (1987) : World Resources 1987.
- (7) A. Dクーパー et al. (1983) : 世界海洋アトラス.
- (8) 逸見謙三監訳(1981) : 西暦2000年の地球.

図1-1 地球規模の温度上昇の要素

(Possible elements of a global temperature increase.  
Chiras, D.D. 1982.)

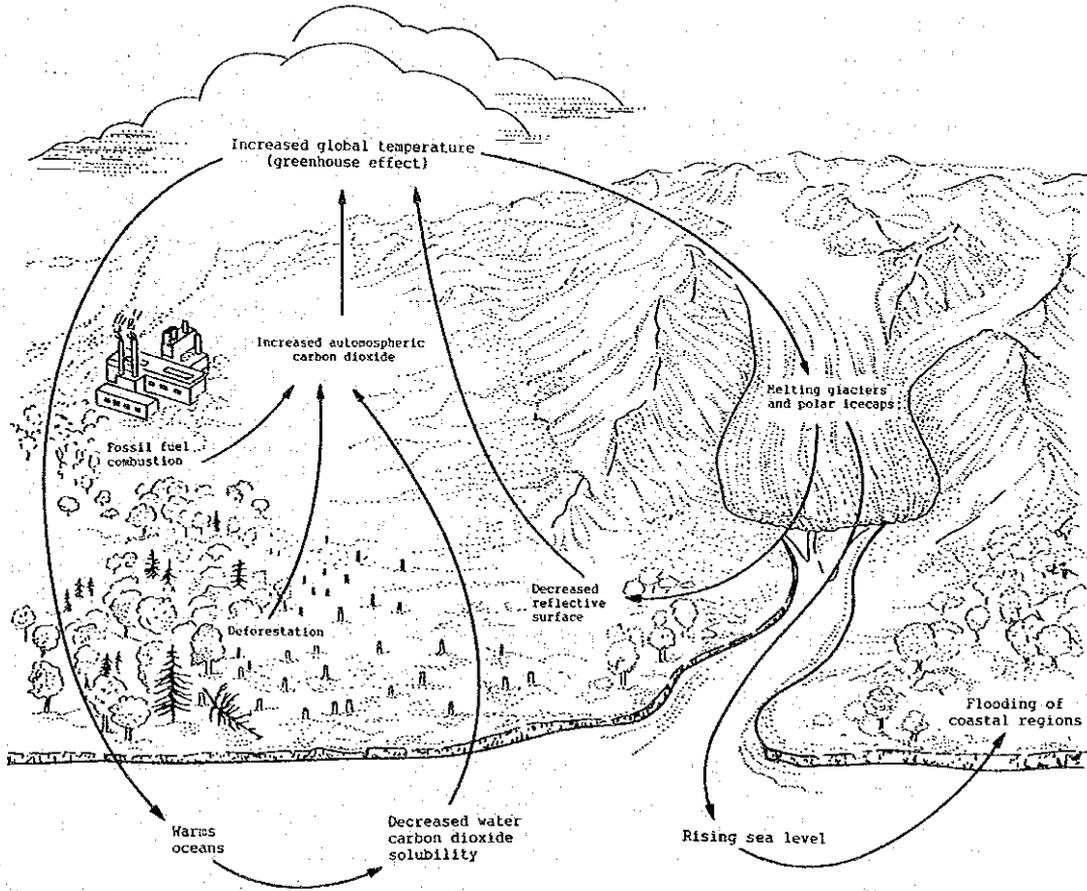


表1-1 主要都市の二酸化硫黄濃度

( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

都市	国	1975 - 76	1977 - 78	1979 - 80
サンパウロ	(ブラジル)	100	109	125
テヘラン	(イラン)	84*	51	91
ロンドン	(イギリス)	100	78	81
マニラ	(フィリピン)	83	62	66
マドリード	(スペイン)	100	44	65
サンチャゴ	(チリ)	60	56	58*
東京	(日本)	64	59	54
ホンコン		33	28	45
シドニー	(オーストラリア)	43	40	40
カルカッタ	(インド)	35	40	40
モントリオール	(カナダ)	44	47	37

(備考) 1. UNEP/WHO「Urban Air Pollution 1973~1980」(1984年)により作成。

2. 各2年間の平均値、\*は単年、測定局はいずれの都市も3局

表1-2 主要漁場における世界の年間漁獲高 (1979~84年)(単位1000トン)

漁場	1979	1980	1981	1982	1983	1984
北大西洋	14,667	14,676	14,489	13,597	13,891	13,940
北太平洋	20,303	20,733	21,908	22,603	23,666	26,416
中央大西洋	6,064	6,867	6,833	7,239	7,210	7,164
中央太平洋	7,536	7,910	8,478	8,175	7,848	8,531
インド洋	5,541	3,693	3,728	3,852	4,061	4,362
南大西洋	4,420	3,895	4,037	4,340	4,314	3,957
南太平洋	7,242	6,619	7,240	8,328	6,724	8,684
内陸	7,240	7,603	8,138	8,455	9,131	9,716
合計*	71,014	71,996	74,850	76,590	76,846	82,770
先進国	37,143	38,234	38,890	39,265	39,991	42,412
開発途上国	33,871	33,758	35,961	37,326	36,855	40,358
全体に占める 開発途上国の 漁獲高の割合 (%)	47.7	46.9	48.0	48.7	48.0	48.8

\* 端数調節のため、欄の合計は一致しない。

出典：FAO「漁獲統計年報」(ローマ、1979~84)に基づき作成。

表1-3 蛋白質源としての魚の重要性

(Importance of Fish as a Source of Protein Supply for Selected Countries, mid-1970s)

Country	Fish as Percentage of Total Animal Protein Supply 1974-76	Fish as Percentage of Total Protein Supply 1974-76	Per Capita Fish Consumption (kilograms per year)
Bangladesh	58.9	7.9	10.8
Burma	55.3	7.5	13.6
Hong Kong	31.2	18.1	50.5
India	22.4	2.3	3.4
Indonesia	63.6	8.3	10.4
Kampuchea	47.8	8.4	9.9
Malaysia	47.3	17.0	34.7
Pakistan	1.9	0.5	1.4
Philippines	58.2	22.6	33.1
Singapore	31.6	15.2	42.4
Sri Lanka	54.7	8.4	10.9
Thailand	52.8	13.2	22.6
Viet Nam	56.3	14.0	21.8

Source: B. Darus, "The Management of South East Asian Small-Scale Fisheries and the Example of the Bubun Coastal Village Development Project, North Sumatra Province, Indonesia," in *The Traditional Knowledge and Management of Coastal Systems in Asia and the Pacific*, K. Ruddle and R.E. Johannes, eds. (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, Jakarta Pusat, Indonesia, 1983), p.211.

表1-4 汚染の型と海洋への影響及び持続

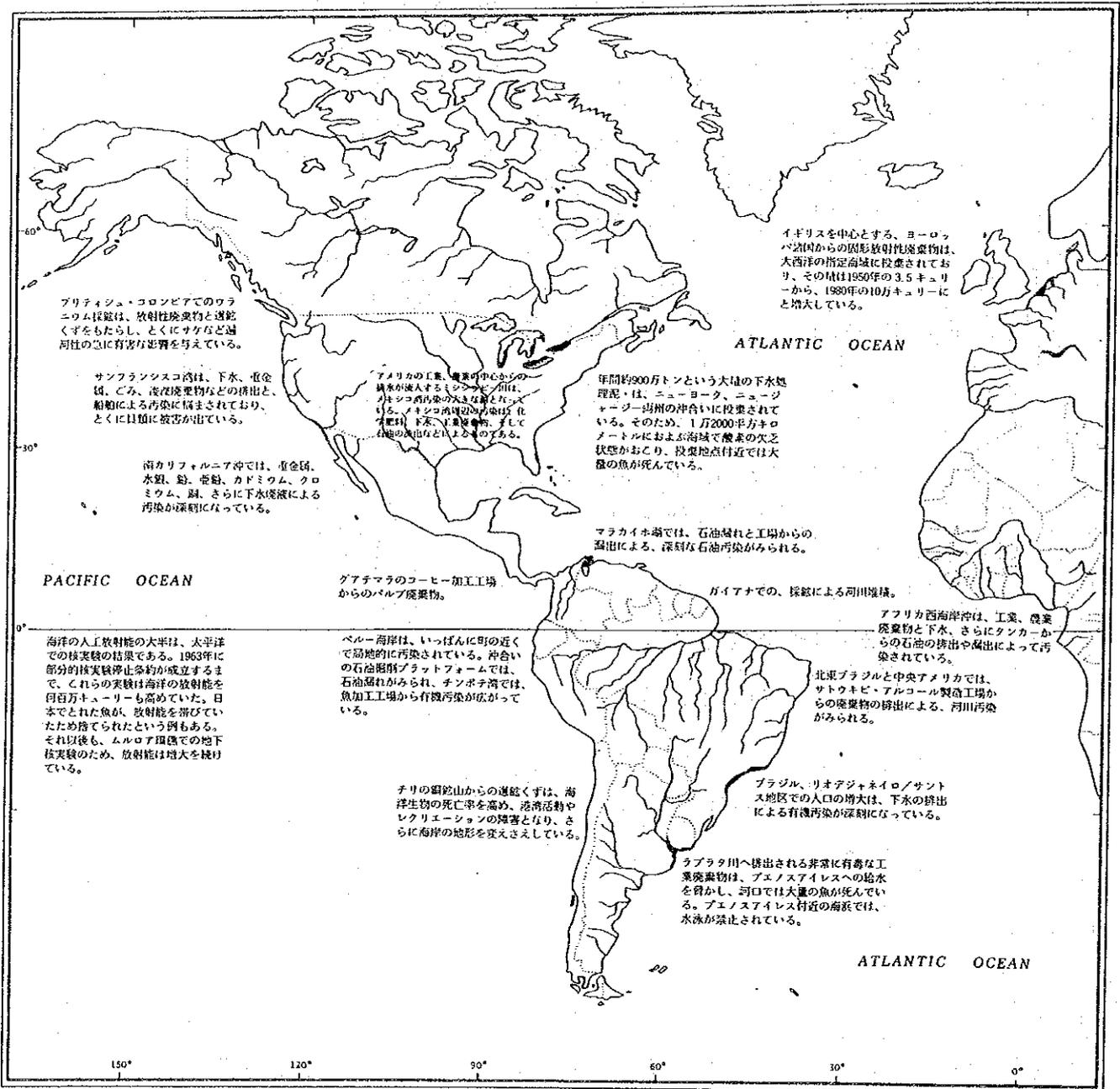
汚染の型	海洋への影響	影響の持続期間
石油・化学物質 都市排水	<ul style="list-style-type: none"> <li>・生物資源は破壊されあるいは利用できなくなる。</li> <li>・海水の工業利用に悪影響。</li> <li>・快適さが失われ、レクリエーション価値減退。</li> </ul>	<p style="text-align: right;">※</p> <p>&lt;沿岸-総面積の10%と魚介総生産の99%を占める。&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・短期間</li> <li>・主として排水期間中</li> </ul>
重金属・ 放射性物質	<ul style="list-style-type: none"> <li>・生物資源は減少、あるいは利用できなくなる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・長期間にわたって放出が続くおそれ。</li> </ul> <p style="text-align: right;">※※</p> <p>&lt;外洋-総面積の90%と魚類総生産の1%を占める。&gt;</p>
石油・化学物質 重金属・ 放射性物質	<ul style="list-style-type: none"> <li>・水中濃度が増加、生物に危険な傾向のあらわれるおそれ。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・長期間</li> <li>・持続期間は汚染物質の滞留時間による。</li> </ul>

注) ※ 湧昇域の魚類生産を含む。

※※ 湧昇域の魚類生産を除く。

出典：西暦2000年の地球（1981）

図1-2 海洋汚染源(1)



出典：世界海洋アトラス(1983)

図 1-2 海洋汚染源 (2)

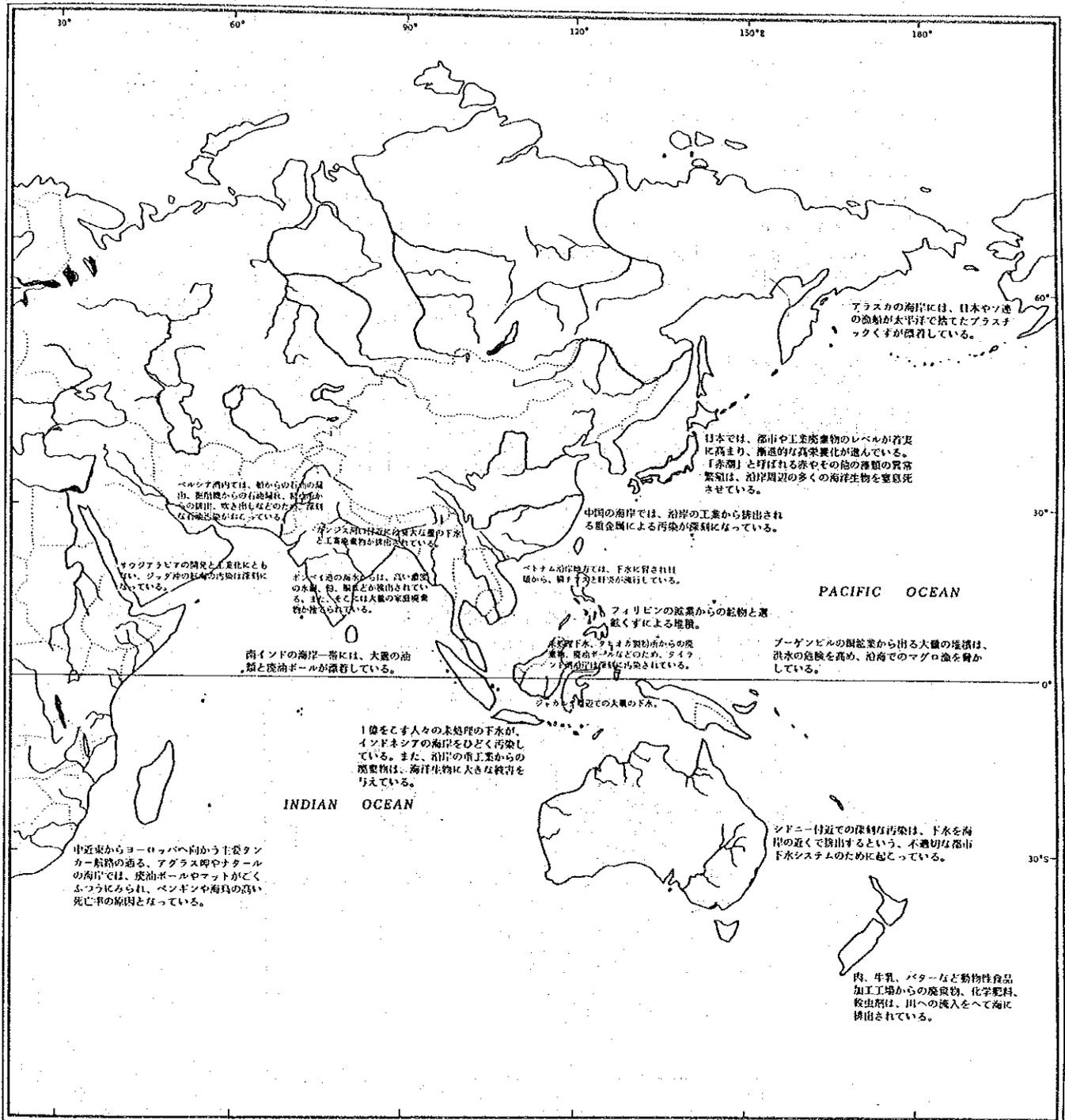


表 1-5 地球の水：推定貯水量及び地球環境における滞留時間

(The Earth's Water Compartments: Estimated Volume of Water in Storage and Average Residence Time in the Earth's Environments)

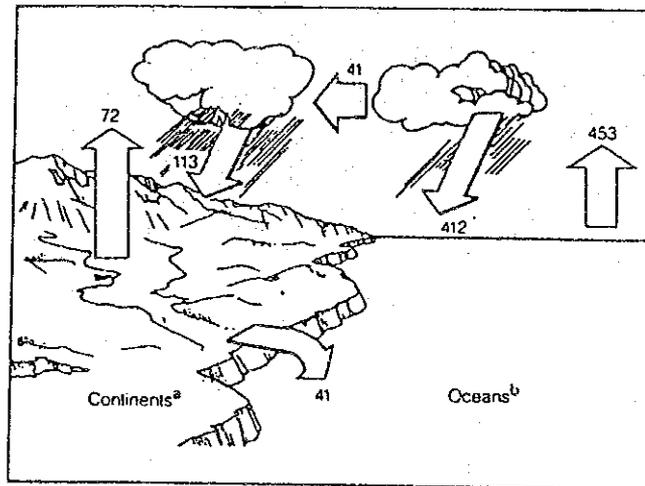
Environmental Parameter	Volume (km <sup>3</sup> )	Average Residence Time
Atmospheric Water	113,000	8 to 10 days
Oceans and Open Seas	1,370,000,000	4,000+ years
Freshwater Lakes and Reservoirs	125,000	From days to years
Saline Lakes and Inland Seas	104,000	—
River Channels	1,700	2 weeks
Swamps and Marshes	3,600	Years
Biological Water (used by plants)	65,000	1 week
Moisture in Soil and Unsalurated Zone (zone of aeration)	65,000	2 weeks to 1 year
Groundwater	4,000,000 to 60,000,000	From days to tens of thousand of years
Frozen Water (glaciers and ice caps)	30,000,000	Ten to thousands of years

Sources:

1. R.L. Nace, Ed., *Scientific Framework of World Water Balance*, Technical Papers in Hydrology No. 7, Table 2 (UNESCO, Paris, 1971)
2. R.L. Nace, *Water of the World* (U.S. Government Printing Office, Washington, D.C., 1980).

図 1-3 水の地球規模の循環 1000 km<sup>3</sup>/年

(Global Circulation of Water (thousands of cubic kilometers per year))



Notes:

a. 29 percent of earth's surface

b. 71 percent of earth's surface

Source: M. Falkenmark. "Do We Need Hydrological Research?" in Swedish, *Forskning och Framsteg*. No. 5, 1974.

表 1—6 主要河川流域  
(Major River Basins)

Countries	Basin Area (1000 square kilometers)	Length (kilometers)	Average Annual Discharge (cubic kilometers per year)	Average Annual Suspended Sediment (million metric tons per year)	
Amazon	Bolivia, Brazil, Ecuador, Colombia, Peru, Venezuela	7,050	6,280	3,768	363
Zaire (Congo)	Angola, Congo, Zaire, Cameroon, Central African Republic	3,691	4,200	1,256	65
Mississippi-Missouri	United States, Canada	3,221	6,019	556	365
Paraná	Argentina, Paraguay, Brazil, Bolivia	3,103	4,500	493	62
Nile	Uganda, Kenya, Zaire, Ethiopia, Tanzania, Sudan, Egypt, Rwanda, Burundi	2,849	6,671	81	111
Chang Jiang (Yangtze Kiang)	China	1,807	6,300	688	501
Niger	Cameroon, Guinea, Benin, Chad, Ivory Coast, Nigeria, Niger, Mali, Burkina Faso	1,502	4,160	224	5
Indus	Pakistan, India, Afghanistan, China	963	3,180	443	436
Brahmaputra	Bangladesh, India, China, Bhutan	935	2,900	476	726
Orinoco	Venezuela, Colombia, Brazil	906	2,736	538	87
Mekong	China, Thailand, Lao PDR, Dem Kampuchea, Viet Nam, Burma	811	4,500	538	170
Huang (Yellow)	China	684	5,464	104	1,600
Ganges	India, Bangladesh, Nepal, China, Bhutan	489	2,700	440	1,455
Irrawaddy	Burma, China, India	431	2,293	443	299

Sources: U.S. Geological Survey; Rand McNally; American Society of Agronomy; Soil Science Society of America; The World Bank  
For additional information, see Sources and Technical Notes.

図1-4 アフリカの主要な人造湖  
(エディントン・エディントン・1983年)

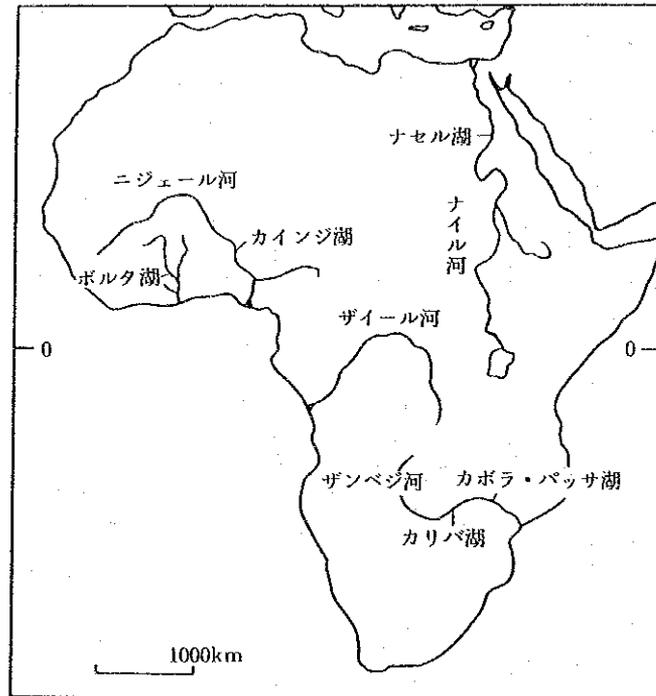


表1-7 人工湖の生物的影響

	貯水域における影響	下流域への影響
保 健	<ul style="list-style-type: none"> <li>一カタツムリの増大による住血吸虫の増加</li> <li>一蚊の媒介する病気の増加</li> </ul>	
漁 業	<ul style="list-style-type: none"> <li>一回遊魚の通過阻害</li> <li>一河川漁業の損害</li> <li>一湖沼漁業のための諸条件の出現</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>一サケ科魚類の湖上刺激の減少</li> </ul>
農 業	<ul style="list-style-type: none"> <li>一農業用地の水没</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>一出水に依存している漁業の阻害</li> <li>一定期的出水に依拠する農業への障害</li> </ul>
生物の保全	<ul style="list-style-type: none"> <li>一保全の必要のある土地の水没</li> <li>一感潮域と淡水域の変化による河口部の生息地に対する障害</li> <li>一水禽の新たな生息地の出現</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>一湿地帯の出水体制の変更</li> </ul>

(エディントン・エディントン。1983年)

表1-8 熱帯域の耕作可能地及び耕作地  
(Areas of Potentially Arable Land and Cultivated Land in the Tropics (x10<sup>6</sup> ha))

	Total land A	Potent. arable B	Culti- vated C	C/A %	C/B %
America	1,683	620*	83	4.9	13.4
Africa	2,212	656*	166	7.5	25.3
Asia	987	344*	256	25.9	74.4
Tropics	4,882	1,620*	505	10.3	31.2
World	13,392	3,152*	1,424	10.6	45.2

(Source: White House, 1967; Sanchez, 1976)

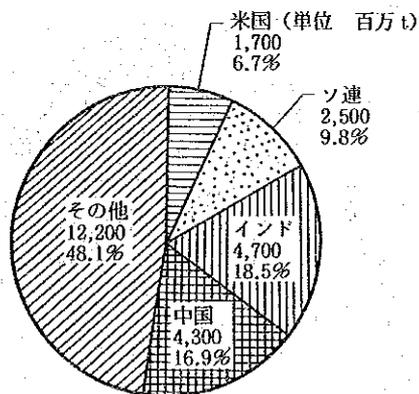
表1-9 世界の土壌資源と過度の土壌流失の現状と予測(1)(1980~2000年)

年	人口 (10億)	耕地 (10億エーカー)	過度の 土壌流失量 (10億トン)	表土量 (10億トン)	1人当 り表土量 (トン)
1980	4.42	3.12	22.6	3,500	792
1985	4.83	3.17	23.1	3,385	701
1990	5.28	3.22	23.5	3,270	619
1995	5.73	3.27	23.9	3,150	550
2000	6.20	3.32	24.2	3,030	489

(1) 1980年から2000年までの世界の耕地の純増加は6%、1980年の平均表土層は7インチ(エーカー当たり1120トン)と想定した。

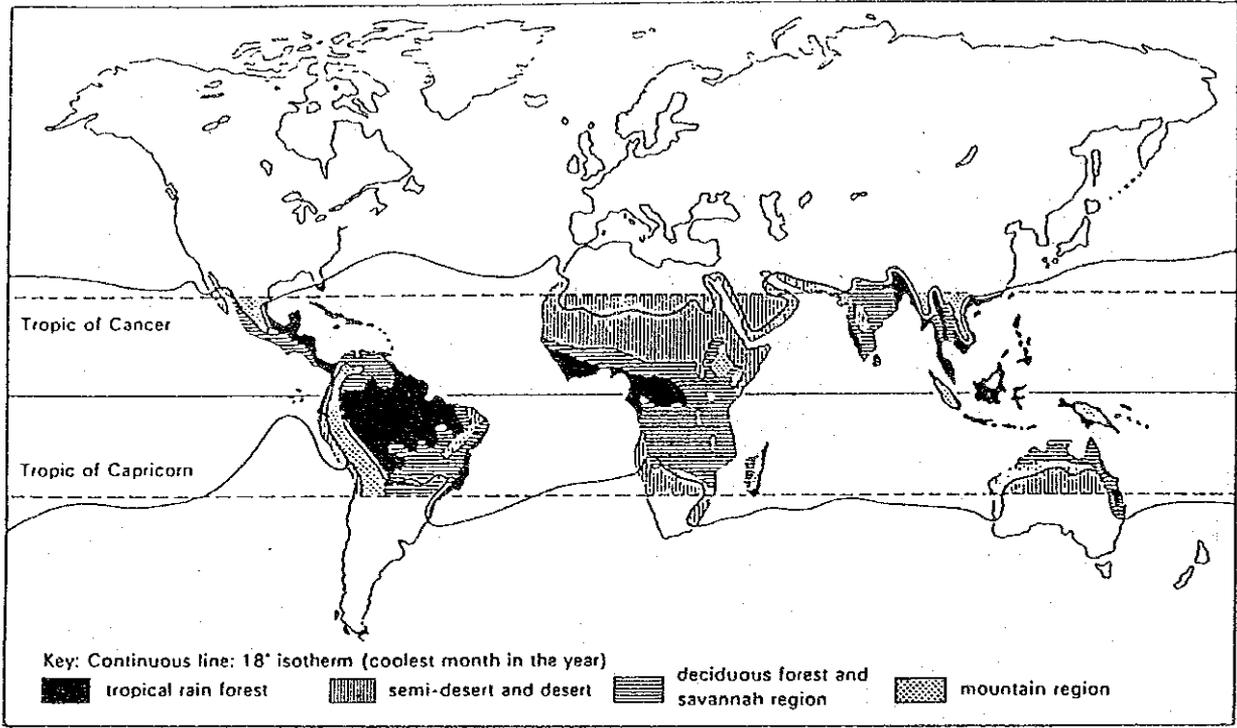
出典: Worldwatch Institute estimates, レスター・ブラウンetal.1985.

図1-5 全世界の耕地における土壌流失量(1984年)



(備考) 世界監視研究所「State of the World 1985」による。

図1-6 熱帯の気候帯と植生分布  
(Climate and Vegetation Zones of the Tropics)



Lotschert and Gerhard, 1981.

図1-7 マングローブの世界分布 (出所: WWF, Year Book, 1984)

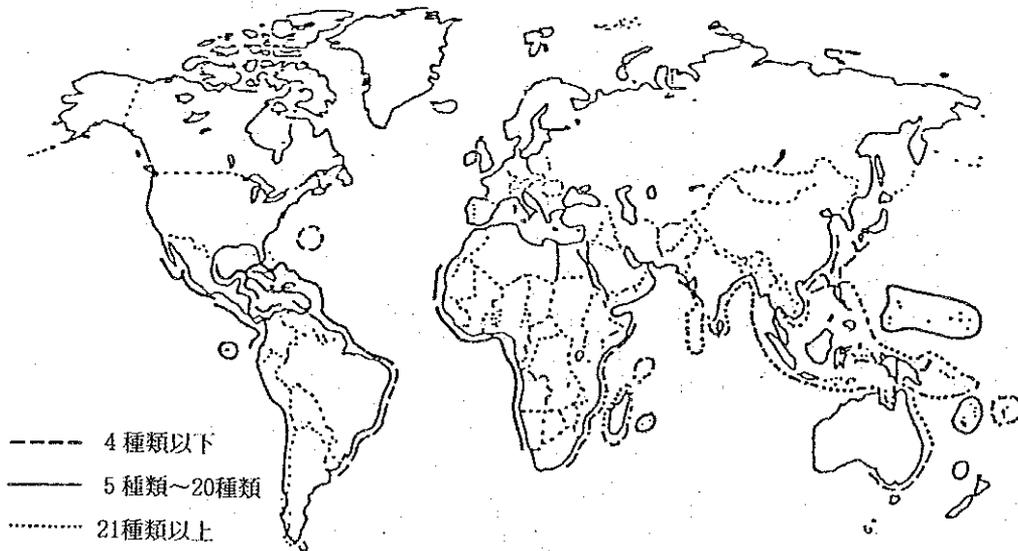


表1-10 気候帯ごとの種の数  
(Number of Species by Climatic Zones)

Zone	Identified Species (millions)	Estimated Species (millions)	
		Assuming 5 million total	Assuming 10 million total
Boreal	0.1	0.1	0.1
Temperate	1.0	1.2	1.3
Tropical	0.6	3.7	8.6
World	1.7	5.0	10.0

Source:

1. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN), Threatened Plants Unit, *Plants in Danger, What Do We Know* (IUCN, Conservation Monitoring Center, Cambridge, England, 1985).
2. P.H. Raven, et al., 1981, Reference 8.
3. P.R. Enrich and A.H. Enrich, 1982, Reference 10.
4. E. Mayt. 1973, Reference 11.
5. N. Myers, 1979, Reference 1.
6. P.H. Raven, 1980, Reference 13.

表1-11 熱帯地域における毎年の森林破壊の予測  
(1981~85年)

地 域	閉鎖林 疎林	
	(100万ヘクタール)	
熱帯アメリカ	4.34	1.27
熱帯アフリカ	1.33	2.35
熱帯アジア	1.86	0.19
合 計	7.50	3.81

出典: United Nations Food and Agriculture Organization, *Tropical Forest Resources*, Forestry Paper 30 (Rome: 1982). J-4-5

表1-12 アマゾン諸州の森林破壊速度

州	面 積 (km <sup>2</sup> )	森林破壊面積 (km <sup>2</sup> )		破壊面積の増加率 (‰年)	森林が完全に消滅する予想年
		1975	1978		
アマバ	139,068	152.50	170.50	3.719	2159
パラ	1,227,530	8,654.00	22,445.25	31.769	1991
ロライマ	234,004	55.00	143.75	32.025	2002
マラニョン	257,451	2,904.75	7,334.00	30.462	1990
ゴイアス	285,793	3,307.25	10,288.50	35.873	1988
アクレ	152,589	1,165.50	2,464.50	24.961	1995
Rondônia	230,104	1,216.50	4,184.50	41.180	1988
マトグロッソ	881,001	10,124.25	28,255.00	34.211	1989
アマゾナス	1,558,987	779.50	1,785.75	27.631	2003
全アマゾン地域	4,975,527	28,595.25	77,171.75	33.093	1991

出所: Interciencia Vol.7 No.2 Mar. - Apr. 1982

表 1-13 幾つかのESCAP地域諸国における熱帯樹林消滅度

	現在の森林面積 (ha)	年間森林消滅面 積 (ha)	年間森林消滅度 (%)	完全消滅までの 年 数
インドネシア	85,000,000	1,500,000	2	57
フィリピン	10,000,000	700,000	7	14
マレーシア	6,307,200	525,600	8	12
タイ	29,000,000	1,400,000	5	21
スリランカ	3,610,000	190,000	5	19
インド	65,698,400	-	-	-
ビルマ	10,995,100	141,700	1	78
ネパール	1,728,700	43,200	3	40
アフガニスタン	1,983,800	39,700	2	50
計	214,323,200		33	

[ESCAP Review and Appraisal of Environmental Situation in the ESCAP Region, 1982.より]

図 1-8 中米の熱帯林の破壊

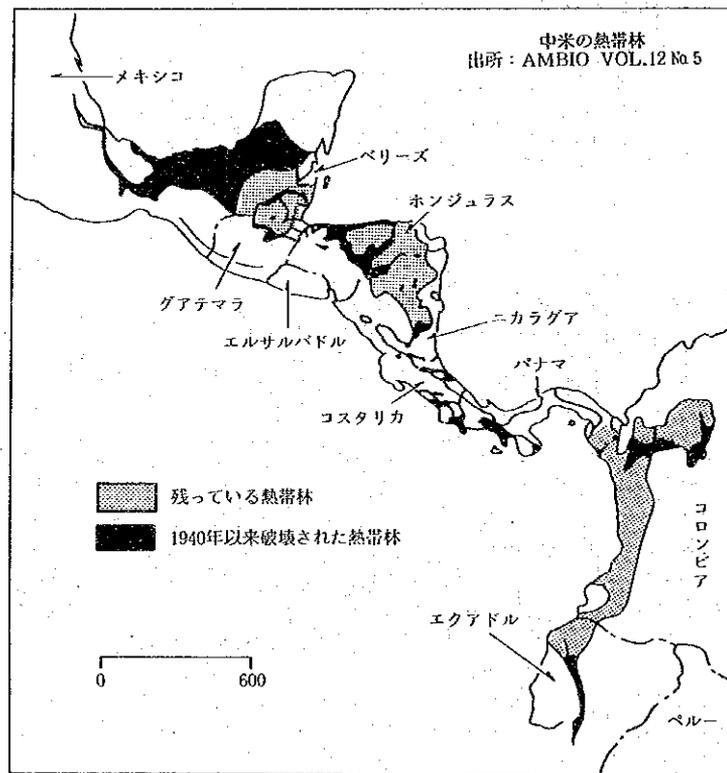


図1-9 世界の沙漠化地図 (国連沙漠化防止会議 1977より)



表1-14 綱分類ごとの種の数  
(Number of Species by Class)

Class	Identified Species	Estimated Species
Mammals	4,170	4,300
Birds	8,715	9,000
Reptiles	5,115	6,000
Amphibians	3,125	3,500
Fishes	21,000	23,000
Invertebrates	1,300,000	4,400,000 <sup>a</sup>
Vascular Plants	250,000	280,000
Nonvascular Plants	150,000	200,000
Total <sup>b</sup>	1,742,000	4,926,000

Notes:

a. This figure is a minimum. Recent research suggests there could be as many as 30 million insect species in tropical forests alone.

b. Totals are rounded.

Source:

1. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN). Threatened Plants Unit. Plants in Danger: *What Do We Know* (IUCN, Conservation Monitoring Center, Cambridge, England, 1985).
2. P.H. Raven, et al., 1981, Reference 8
3. P.R. Enrich and A.H. Enrich, 1982, Reference 10.
4. E. Mayt, 1973, Reference 11.
5. N. Myers, 1979, Reference 1.
6. P.H. Raven, 1980, Reference 13.

表 1—15 哺乳動物絶滅の加速化現象

原因	1世紀当たりの絶滅した種の数	現存の種の総数に占める絶滅種の割合(1)	主な原因
更新世(350万年前)	0.01	—	自然の絶滅
更新世後期(10万年前)	0.08	0.002%	気候の変化及び新石器時代人による狩猟
1600 - 1980	17	0.4%	ヨーロッパの拡大及び狩猟と商業
1980 - 2000 <sup>2)</sup>	145	3.5%	生息地の崩壊

1) 近年の進化時代を通して現存する約4,000種の哺乳動物と近い数かいたとの仮定による。

2) IUCN's *Mammal Red Data Book* で掲げるアメリカ及びオーストラリアに生息する145種類の絶滅の危機にある哺乳動物のうち5分の1が2000年までに絶滅するとの仮定による。

Climate

o *Rainfall variability:*  
Spells of drought in growing period  
Years of drought  
In Sahel: prolonged droughts

o *Rainfall in storms:*  
Leaching of nutrients  
High proportion of erosive rain  
High water loss through run-off

o *Alternation of dry and wet seasons:*  
Death of annual vegetation  
Soils bare at first storms

o *High temperature:*  
High evapotranspiration  
High rate of decomposition of organic matter

Soil

o *Low clay content plus Low organic matter content:*  
High erodibility  
Crusting  
Poor water-holding capacity  
Poor nutrient-holding capacity  
Low fertility-low nitrogen and phosphorus

o *Humid zone:*  
High acidity  
Aluminium toxicity  
Hardpans of iron oxides

o *Semi-arid zone:*  
High soil temperature  
Sandstorm risk  
Sandy soils-prone at waterholding

o *Good soils associated with:*  
Steep slopes therefore high erosion risks  
Poor drainage and waterlogging

Biological

o *Rapid weed growth*  
o *High disease and pest incidence:*  
Low labour productivity  
Crop losses  
Low animal productivity

o *Trypanosomiasis:*  
Blockage of integrated livestock and arable farming-lack of animal power-labour shortage

Water

o *High seasonal variation of rivers*  
o *Low surface water availability and high evaporation*  
o *Few sources of shallow groundwater*

o *Flat topography*  
o *Difficulty of cheap irrigation*

Social and economic Constraints

o *Small farm size*  
o *Fragmentation of plots*  
o *Shortage of cash for investment*  
o *Risk avoidance:*  
Reluctance to increase exposure to risks  
Tendency to overstock with livestock  
High birth rate

o *Uncertain tenure:*  
Communal and/or state ownership of land, forests, water points, rangeland  
Reluctance to invest in long-term improvements  
'Tragedy of the commons'

o *Labour shortage:*  
Due to:  
Lack of animal power  
Male labour migration  
Women's excess burdens 70% of food production, 100% of processing  
Child rearing  
Wood and water gathering

Leading to:  
Late ploughing and planting  
Late weeding, late harvesting  
Lowered yields

o *Women's status:*  
Lack of power to obtain credit, plan cropping  
Insecurity of tenure: no incentive to improve land



## 2. 農業開発と環境問題

- 2-1 農業開発と環境問題の背景
  - 2-1-1 人口増加と環境問題の背景
  - 2-1-2 農業開発の変遷の概況
    - (1) 灌漑面積の拡大
    - (2) 化学肥料及び農薬の多用
    - (3) 高収量品種の開発
  - 2-1-3 まとめ
- 2-2 農業開発と環境問題
  - 2-2-1 土壌侵食
  - 2-2-2 土壌の塩類化等
  - 2-2-3 沙漠化
  - 2-2-4 化学肥料・農薬の影響
  - 2-2-5 森林破壊



## 2-1 農業開発と環境問題の背景

### 2-1-1 人口増加と農業開発

世界人口は1986年に50億人に達し、2000年までには60億人を超えると推定されている。その後も世界人口は増加を続け、中位予測では2100年ごろ102億人に達し、安定すると予測されており、その増加の95%は現在、開発途上国と呼ばれている国で起きると推定される(図2-1、表2-1)。

食糧需要の増加の要因は、人口の増加だけでなく、国民所得の向上も重要な一因である。2000年までの食糧需要の増加のうち、所得増に起因する割合は、開発途上国で30~40%、先進工業国では約10%と推計されており、この需要増に対応するため食糧を年平均約3%増産すると仮定すると2000年の食糧生産量は、現在より約50%も増加する(レスター・ブラウン 1988)。

世界銀行では、開発途上国の人口は2000年まで年平均1.8~2.0%の割合で増加すると予測しており、FAOは、開発途上国の食糧と農産物に対する現在の需要は2000年までに2倍になると推計している(FAO 1987)。

一方、農業の生産基盤である土壌の侵食、塩類化あるいは農地の沙漠化、また、農地の拡大に伴う森林破壊等が現在、世界的に大きな問題となっているが、今後も増加し続ける世界の食糧需要を満たすための食糧の着実な増産は、はたして可能であろうか。

農業開発にかかわる環境問題を検討する前に、農業開発の環境への影響をより深く理解するために、1950年代以降の世界の農業開発の変遷を概括してみる。

### 2-1-2 農業開発の変遷の概況

1950年から1985年の間に、世界の穀類の生産は約7億トンから18億トンへと年2.7%の割合で増加し、人口増加率を上回った(大来 監修 1988)。このような食糧生産の増加により、開発途上国での人口・所得の伸びや先進国での家畜の飼料需要の増大による穀物需要の拡大に対応することができた。しかし、食糧の生産・消費における地域格差は大きく、アフリカ及び近東、ラテンアメリカの1981-1984年の食糧生産の伸びは、世界平均の伸びを下回った(表2-2)。いまだに開発途上国では7億3千万以上の人々が、生産活動を行うのに十分な食事をする事ができないとの報告もある(表2-3)(大来 監修 1988)。

食糧の増産のためには、農地の拡大及び単位面積当たりの収量の増大や方法があるが、農地の拡大は他目的の土地利用との競合が厳しく、また焼畑や牧場造成等による森林破壊(表2-4、表2-5、図2-2)や沙漠化等の環境問題が深刻になっている現状から、今後、あまり期待できない。実際、人口の増加に伴い、一人当たりの耕地面積が減少しており、アメリカ農務省の1984年の研究によれば、世界の耕地は1980年から2000年の間に4%しか増加しない一方、予測される同期間の人口増加は約40%である(図2-3、図2-4)(レスター・ブラウン 1987)。ヨーロッパ大陸の大多数の国及び日本、中国、韓国では、すでに、耕地面積が20-30年前ごろから減少している。

1950年代以降の土地生産性の向上は、主に ①灌漑面積の拡大 ②化学肥料及び殺虫剤、除草剤等の農薬の多用 ③高収量品種の開発によって成し遂げられ、これらの傾向が土壤侵食、土壤の塩類化、農薬汚染等の環境問題にも拍車をかけたことは否めない。世界人口の増加に伴い、食糧需要の増大が続く一方、一人当たりの耕地面積は減少傾向にあり、今後、大幅に土地生産性を向上させなければ、生産活動を行うのに十分な食事をしていないといわれる7億3千万人の人口は、ますます増加することになる。

#### (1) 灌漑面積の拡大

灌漑農業は数千年前に始まったが、その面積が拡大したのは、20世紀に入ってからで、1985年までに世界の灌漑面積は2億7,100万ヘクタールに達した(図2-5、表2-6)。

灌漑は川や湖等の地表水あるいは地下水を利用して行われており、世界の灌漑面積の年次変化は新規の灌漑による増加と、次のような五つの要因による既存灌漑地の喪失を反映している。

- ①帯水層の枯渇 ②地下水位の低下 ③冠水地域と塩害地域の放棄
- ④沈泥による貯水池の埋没 ⑤灌漑水の非農業用水への転換

食糧の増産を行うための一手段として、今後も灌漑面積を拡大する必要があるが、ダムの建設適地が少なくなり、単位利水当たりの建設費が増加傾向にあり、またダムの上流域の土壤保全対策が不十分であるため、開発途上国の多くでは、沈泥が貯水池の容量を低下させていること等が、灌漑面積の新たな拡大を困難にしている。

#### (2) 化学肥料及び農薬の多用

1950年の世界の化学肥料使用量は1,400万トンであったが、1986年には、その使用量は約10倍に増え1億3,100万トンに達した(表2-7)。今日、化学肥料の使用を中止すれば、世界の食糧生産は少なくとも3分の1は減少するといわれている。施肥量の水準が高くなると施肥量に対する収穫量の通減が起こるが、世界の穀物生産量と肥料使用量の比較では、この肥料効果の低下が確認されている(表2-7)。

農薬の使用も、食糧の増産に大きな役割を果たしたが、大量使用の結果、農薬に抵抗力をもつ害虫及び病原菌、雑草の出現が世界各地で報告されており、農業生産力の向上に対する阻害要因となっている。開発途上国の多くの地域で実際に使用されている単位面積当たりの農薬の平均使用量は先進工業国と比べ少ないが、今後、これらの地域においても、その使用量は大幅に増加することが予想され、農薬の人体及び環境への影響が今日以上に大きな問題となるであろう。

#### (3) 高収量品種の開発

「緑の革命」に代表される高収量品種の導入は、世界の食糧増産に大きく貢献したが、今後も、バイオテクノロジーを利用した高収量、抗病性、耐塩性、耐旱性を有する改良品種の導入は、食糧の増産に大きな役割を果たすと予想される。しかし、「緑の革命」の小麦や

稲が高収量を上げるためには、灌漑の実施、肥料、農薬の多用等の高い資本の投入が必要であったため、普及の地域が限定された。開発途上国の穀物作付面積4億2,300万ヘクタールのうち、高収量の小麦や稲の改良品種が導入された面積は3分の1以下である。改良品種作付面積の比率は、地域によって大きく異なり、アジアと中東では36%、ラテンアメリカでは22%、そしてアフリカでは1%にすぎない(レスター・ブラウン 1988)。化学肥料及び農薬の多用を必要とする高収量品種の普及は、一方では、化学肥料及び農薬による環境汚染及び人体への影響の問題を、さらに深刻にする可能性があることも考慮すべきである。

### 2-1-3 まとめ

以上の議論に、農村地域における雇用問題の観点を加え、開発途上国における環境問題と人口、開発、資源のそれぞれの問題の相関関係を図示すると図2-6のようになる。

すなわち、人口の増大に伴い食糧需要が増加し、また、雇用需要の増大も惹起される。しかし、食糧の増産を行うためには、一人当たりの耕地面積が世界的に漸減傾向にあるので、土地生産性を一人当たりの耕地面積の減少を上回る割合で向上させる必要がある。1950年代以降の土地生産性の向上は、①灌漑面積の増加 ②農薬及び化学肥料の多用 ③高収量、抗病性のある品種の改良と利用、を主要因として実現されたが、これらが土壌の塩類化、農薬汚染等の環境問題の原因ともなった。

一方、農村地域の人口の増加に伴い、農地拡大のための森林伐採や、より傾斜度の高い土地あるいは、比較的雨量の少ない地域でも作物栽培や家畜の飼育等の農業活動が行われるようになり、森林破壊、土壌侵食の激化、沙漠化の促進等の環境問題も深刻になってきた。

また、農村地域で就労の機会を見つけない余剰人口は、都市へ流入し、スラム地区の形成・拡大に拍車をかける原因ともなっている。

農業開発の基礎資源は土壌と水であるが、土壌の肥沃度の維持あるいは改善なくしては、持続的な食糧の増産が望めない事実を正しく認識し、長期的視点に立って、その維持あるいは改善を行うための努力が世界中で継続されなければならない。

## 2-2 農業開発と環境問題

### 2-2-1 土壌侵食

#### (1) 現状

土壌の肥沃度を維持あるいは改善することは、今後の食糧増産を図るうえで不可欠である。土壌侵食により植物が根を張るための表土の層が薄くなり、土壌中の有機物が減少し、土壌構造が劣化し、保水能力も失われる。つまり肥沃度が低下する。

1984年の時点で、世界の31億3,800エーカーの耕地で土壌が流失し、その量は254億トンにのぼると推計されている(表2-8)。また1980年から2000年までの期間に約4,700億トンの土壌が流失すると予測される(表2-9)。集約農業の普及と傾斜した土地や半乾燥地等土壌

侵食の起き易い地域への農業の拡大のため、推計で世界の耕地の約3分の1において新たに形成されるより多くの土壌が失われている。ハイチでは表土の流失が1950年以降、一人当たりの食糧生産を半減してきた主要因となっている（レスター・ブラウン 1988）。

流失した土壌は、川、湖等に運ばれ、港や運河を塞ぎ、貯水池の貯水能力を減少させ、洪水の発生回数と激しさを増す要因ともなる。

## (2) 要因と対策

土壌は雨水や風によって侵食されるが、その度合は地表の植生の被覆割合と密接な関係があり、その割合の大きいほど、土壌侵食は少ないのが一般的である（図2-7）。したがって、農地の役畜、あるいはトラクターによる耕起または、過放牧あるいは焼畑、農地造成等のための火入れによる植生の破壊によって土壌侵食が起り易くなり、特に傾斜地ではその度合が大きい。対策としては、植生を可能な限り保持し、地表面を直接、風雨に曝す期間を短くするとともに、土壌の肥沃度を維持、改良し、雨水の土壌中への浸透率を上昇させることである。

その具体的な手段として、無（最小）耕起法、あるいは農地造成の工夫、例えば、テラス方式、等高線（Contour）方式、バンド（Band）方式等が行われている（図2-8、図2-9、図2-10）。

## 2-2-2 土壌の塩類化等

### (1) 現状

土壌の塩類化は自然現象としても起こるものであるが、近年の灌漑面積の拡大に伴い、灌漑排水施設の欠陥あるいは老朽化、不適切な灌漑排水管理のために、その被害が、乾燥地及び半乾燥地で広がっている。土壌の塩害は年 100万～150万ヘクタールの割合で拡大しており、今までに2,000万～3,000万ヘクタールがその影響を受けたといわれる（Kovda 1983）。

排水不良による土壌の塩類化及び泥湿地化は、土地の生産性を落とし、ひどい場合には、耕作を不可能にする。土壌の塩類化は、中国の西部、インド亜大陸、中近東、東南ヨーロッパ、アフリカの北西部及び西部、南北アメリカの平野部を中心に問題になっている。

### (2) 要因と対策

灌漑排水路あるいは貯水池からの漏水、または地下浸透のため地下水位が地表から2～3mの深さ以上に上昇し、塩類を含んだ水が土壌を通過して大気中へと蒸散され始め、作物の根域に塩類が蓄積される。

その基本的対策は、灌漑排水路等の壁面からの漏水を最小限に抑える工夫と排水を効率良く行い、地下水位が地表面から2～3m以内に上昇しないようすることである。そのために、適切な灌漑排水施設の建設と維持及び効率的な水管理が必要である。

### 2-2-3 沙漠化

(定義：ここでは、強度の土壌の塩類化や土壌侵食等による農業に不適なあらゆる土壌の不毛化現象を意味する)。

#### (1) 現状

沙漠化は、地球の表面積の約35% (4,500~4,800万km<sup>2</sup>) を脅かしており、約8億5,000万人の生活に影響を与えている (UNEP 1984, I I E D and W R I 1987) (図2-11)。このうち2億3,000万人は急激な沙漠化の影響を受けている地帯に住んでいる (大来監修 1988)。

沙漠化した土地は年600万ヘクタールの割合で増加しており、毎年約2,100万ヘクタールが沙漠化の影響で経済的には非生産的な土地に劣化している (UNEP 1984)。また、その経済的損失は年間260億ドルに達すると推定される (Kovda 1983)。

サヘル地域の1977~1984年の期間の沙漠化の進展の状況をみると、すべての国で沙漠化が着実に進行していることがわかる (表2-10)。

#### (2) 要因と対策

沙漠化の主要因は乾燥地及び半乾燥地における牛や山羊、めん羊等の家畜の過放牧、過剰耕作、不適切な灌漑排水管理による土壌の塩類化及び燃料用木材の採取等に起因する植生の破壊であり、早ばつは、それらの沙漠化への影響を強化するが、沙漠化の主要因ではない。

沙漠化の防止対策、例えば、移動放牧民の定住、植林、灌漑排水修復等は、サヘル地域を中心に世界各国で行われているが、科学技術の問題だけでなく社会・経済・文化・民族といった問題が複雑にからみあっており、まだ、あまり効果的な成果が上がっていないのが現状である。

ある推計では、世界で進行する原野及び農地の沙漠化を防止するのに必要な経費は1,410億ドルであり、この額は、過去5年半の間に沙漠化の進行のために失われた農業生産性に相当するといわれる (I I E D and W R I 1987)。ちなみに、1986年のOECD加盟国の政府開発援助の総額は約370億ドルである (世銀 1987)。

### 2-2-4 化学肥料・農薬の影響

#### (1) 現状

化学肥料と農薬の使用量が増すと、川、湖等の地表水及び地下水の水質に影響を与える。肥料の多量使用は、水の富栄養化をもたらし、貯水池や湖、水路等で藻の大増殖、溶存酸素量の低下等を引き起こす。その結果、内水面での漁獲と養殖に影響を及ぼす。また、飲料水としての水質も悪化させ、浄化処理費用を上昇させることにもなる。ヨーロッパでは、窒素肥料の約4分の1が地下水に流水しているといわれ、デンマーク、フランス、オランダ、イギリス、西ドイツでは飲料水中の硝酸塩濃度が上昇したという報告が相次ぎ、粉ミルクを飲む乳児の健康への影響が心配されている (レスター・ブラウン 1988)。

農薬の過剰使用は、その毒性のために人間の健康や他の生物の生命を脅かす。1983年の研究では、農薬中毒により、開発途上国で、毎年1万人が死亡し、約40万人がひどい被害を受けていると推定される（大来 監修、1988）。その影響は農薬の使用される場所に限らず、食物連鎖をして広がる。食肉、魚介類、ミルク、野菜等の残留農薬の人体への影響は、農薬規制の乏しい開発途上国でも大きな問題になりつつある。乳母中にも農薬が検出されている（表2-11）。また、農薬の多量使用による内水面漁業への悪影響も無視できない。先進工業国で、使用が限定あるいは禁止された農薬が開発途上国へ輸出されているとの報告もある。

## (2) 要因と対策

無思慮で非効率的な化学肥料及び農薬の多用が環境問題の要因である。

対策としては、より効果的な施肥方法の開発及び、総合的害虫管理（IPM）等の効果的活用、使用者の教養に合わせた肥料あるいは農薬の使用法、用途や安全基準等の説明ラベルの貼付等が考えられる。

### 2-2-5 森林破壊

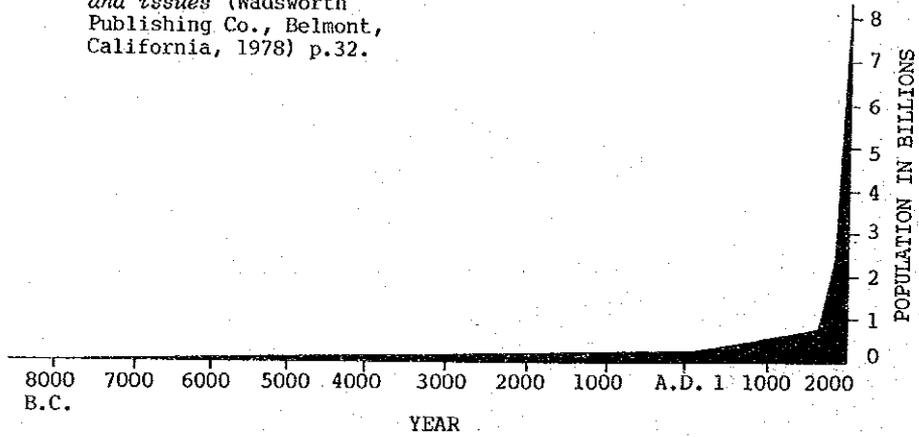
焼畑農業及び農地造成等による森林破壊も重大な環境問題の一つであるが、それについては「熱帯林開発と環境問題」の中で言及されているので、重複を避け、ここでは省略する。

引用・参考文献

- (1) FAO, 1987 The Tropical Forestry Action Plan, FAO, Rome.
- (2) I I E D and W R I. 1987, World Resources 1987, Basic Books Inc.  
New York.
- (3) Jeannie Peterson, 1984. Grobal population projections through the 21st century, Ambio, Vol. 13, No. 3 P P. 134-141, Royal Swedish Academy of Sciences, Pergamon Press, Oxford, New York.
- (4) レスター・ブラウン編著 (本田幸雄 監訳), 1987年, 地球白書-持続可能な社会をめざして, 福武書店.
- (5) レスター・ブラウン編著 (本田幸雄 監訳), 1988年, 地球白書-2000年人間と環境への提言, ダイヤモンド社.
- (6) 大来佐武郎 監修, 1988年, 地球の未来を守るために-環境と開発に関する世界委員会, 福武書店.
- (7) 世界銀行, 1987年, 世界開発報告 1987, 世界銀行.
- (8) UNEP, 1984. The State of the Environment 1984, UNEP, Nairobi.
- (9) UNEP, 1985. The State of the Environment 1985, UNEP, Nairobi.
- (10) V A Kovda, 1983. Loss of productive land due to salinization, Ambio, Vol. 12, No. 2, P P. 91-93, Royal Swedish Academy of Sciences, Pergamon Press, Oxford, New York.

図 2-1 2000 年までの世界人口

World population up to the year 2000. Source: JR Weeks, *Population, An Introduction to Concepts and Issues* (Wadsworth Publishing Co., Belmont, California, 1978) p.32.



AMBIO VOL. 13 NO. 3

図 2-2 中米の熱帯林の破壊

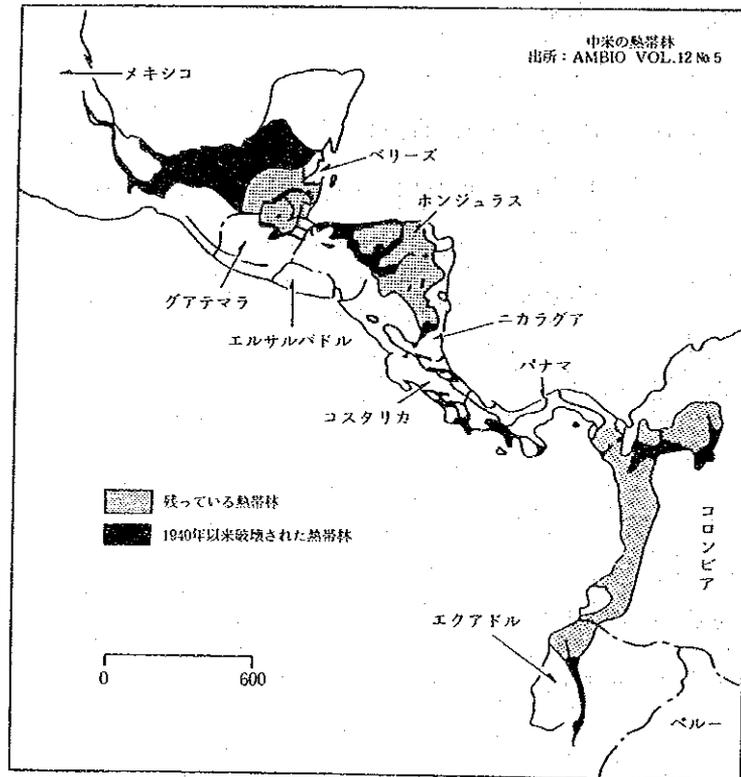


表 2-1 1980 ~ 2100 年の世界人口の増加予測

(Population Size and Rate of Increase for the Major regions, Medium Variant, 1980-2100, as assessed in 1980)

	Population (thousands)										Average Annual Rate of Growth (percentage)									
	1980	2000	2025	2050	2075	2095	2100	1980-1985	2000-2005	2025-2030	2050-2055	2075-2080	2095-2100	2100-2105						
World total	4,432,148	6,118,849	8,195,066	9,513,314	10,096,544	10,193,833	10,184,962	1.70	1.39	0.822	0.358	0.100	-0.017	-0.027						
More developed regions	1,131,339	1,272,159	1,376,786	1,402,357	1,419,153	1,421,662	1,421,222	0.88	0.40	0.146	0.066	0.015	-0.006	-0.006						
Less developed regions	3,300,809	4,846,690	6,818,280	8,110,957	8,677,391	8,772,171	8,763,739	2.04	1.64	0.955	0.408	0.114	-0.019	-0.031						
Africa	469,982	852,885	1,541,702	2,165,991	2,507,152	2,590,471	2,591,221	3.00	2.77	1.702	0.838	0.306	0.006	-0.029						
Latin America	363,704	565,747	865,198	1,096,119	1,214,528	1,238,889	1,237,853	2.38	1.92	1.253	0.515	0.195	-0.017	-0.057						
North America	247,835	298,805	343,544	364,188	377,986	381,371	381,897	1.04	0.62	0.319	0.222	0.058	0.031	0.026						
East Asia	1,174,874	1,474,669	1,712,137	1,765,051	1,762,245	1,760,703	1,762,513	1.24	0.89	0.334	-0.027	-0.039	0.021	0.006						
South Asia	1,403,736	2,074,789	2,819,265	3,197,600	3,305,578	3,294,241	3,284,347	2.17	1.53	0.768	0.296	0.014	-0.060	-0.041						
Europe	483,704	512,017	522,199	508,844	503,138	503,708	503,918	0.34	0.15	-0.078	-0.083	-0.003	0.008	0.008						
Oceania	22,820	29,701	36,064	40,651	41,858	42,246	42,270	1.44	0.92	0.638	0.188	0.070	0.011	0.005						
USSR	265,493	310,236	354,958	375,250	384,058	382,204	380,943	0.93	0.60	0.381	0.163	-0.000	-0.066	-0.060						

From: *World Population Prospects as Assessed in 1980*, Population Studies No. 78, 1981 (Department of International Economic and Social Affairs, United Nations Secretariat, New York, New York) Annex, pp12-15; and *Long-Range Population Projections of the World and Major Regions, 2025-2150, Five Variants, as Assessed in 1980*, 1981. (Estimates and Projections Section, Population Division, Department of International Economic and Social Affairs, United Nations Secretariat, New York, New York) computer printout, Medium variant, Tables 1 and 2.

表 2 - 2 20年間の農業の発展

地 域	一人当たりの食糧生産量 (1961-64年を100とする)		一人当たりの総耕地面積 (ヘクタール)		1ヘクタール当たりの肥料使用量(kg)	
	1961-64	1981-84	1964	1984	1964	1984
世 界	100	112	0.44	0.31	29.3	85.3
北アメリカ	100	121	1.05	0.90	47.3	93.2
西ヨーロッパ	100	131	0.31	0.25	124.4	224.3
東ヨーロッパ及びソ連	100	128	0.84	0.71	30.4	122.1
アフリカ	100	88	0.74	0.35	1.8	9.7
近 東*	100	107	0.53	0.35	6.9	53.6
極 東**	100	116	0.30	0.20	6.4	45.8
ラテン・アメリカ	100	108	0.49	0.45	11.6	32.4
アジアのCPE ***	100	135	0.17	0.10	15.8	170.3

\* FAOの分類で、西アジアにエジプト、リビア、スーダンを加えた地域。

\*\* FAOの分類で、アジアの中央集権・計画経済国を除いた南及び東南アジアの地域。

\*\*\* FAOの分類で、中国、カンボジア、北朝鮮、モンゴル及びベトナムを含む中央計画経済国。

出典：FAOの資料に基づき作成。

表 2 - 3 世界の食糧消費 (1980~82年の平均)

品 目	一人当たりの消費の単位	先進国 (世界人口の26% を占める)		開発途上国 (世界人口の74% を占める)	
		世界の消費 に対する割合 (%)	一人当 たりの消 費	世界の消費 に対する割合 (%)	一人当 たりの消 費
食 糧:					
カロリー	Kcal/day	34	3,395	66	2,389
蛋白質	gms/day	38	99	62	58
脂肪	gms/day	53	127	47	40

出典：FAO、国連統計局、UNCTAD、合衆国金属協会の国別のデータをもとにWCEDが推定した資料。

表 2-4 1981 ~ 1985 年における年平均森林消失面積と植林

(単位: 千ha)

地 域	森 林				疎 林		合 計		移動耕作によつて減少した森林の割合%	その他の減少の主な要因	植 林 (年当たり)	植 林 森林消費 比
	生産林	非生産林	計		面 積	%	面 積	%				
熱帯アジア	1,673 (24)	153 (6)	1,826 (30)	0.60	190	0.61	2,016	0.60	49	自然発生的な移住 入植計画	438	1:4.5
熱帯アフリカ	1,258 (5)	73 (2)	1,331 (7)	0.61	2,345	0.48	3,676	0.52	70	永久農業	126	1:29
熱帯アメリカ	3,166 (221)	1,173 (88)	4,339 (309)	0.64	1,272	0.59	5,611	0.63	35	過放牧・ 入植計画	535	1:10.5
計	6,097 (250)	1,399 (96)	7,496 (346)	0.52	3,807	0.52	11,303	0.58	49		1,099	1:10

出典: FAO/UNEP 熱帯林資源評価プロジェクト報告書 (1982年)

注: (1) ( ) 内は針葉樹林面積で内数 (2) 率は年平均森林減少率

表 2-5 中米の熱帯林の破壊 (単位 km<sup>2</sup>)

出所: AMBIO VOL.12 No 5

国 名	残存する熱帯林	年間の破壊面積	破壊の主な理由
ニカラグア	27,000	1,000	牧場開拓
グアテマラ	25,700	600	入植、牧場開拓
パナマ	21,500	500	牧場開拓
ホンジュラス	19,300	700	牧場開拓
コスタリカ	15,400	600	牧場開拓
ベリーズ	9,750	32	入植
メキシコ	7,400	600	牧場開拓、入植
エルサルバドル	0	0	牧場開拓、入植
計	126,050	4,032	

図 2-3 世界の耕地面積の年間増加率  
(%) (1950~80年の推計、2000年への予測)

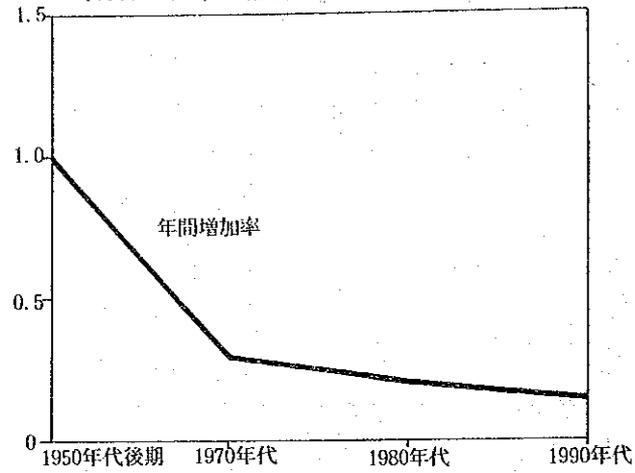


図 2-4 一人当たりの耕地面積及び肥料使用量  
(ヘクタール) (1950~84年) (キログラム)

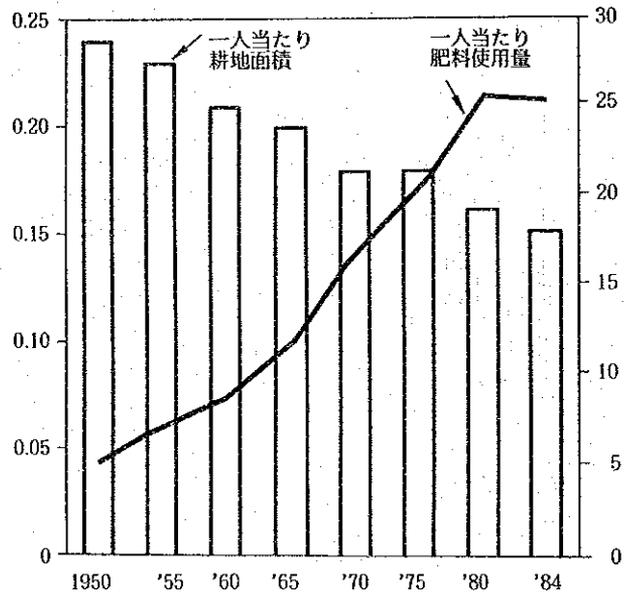


図 2 - 5 世界の灌漑面積 (1900~82年)  
(100万ヘクタール)

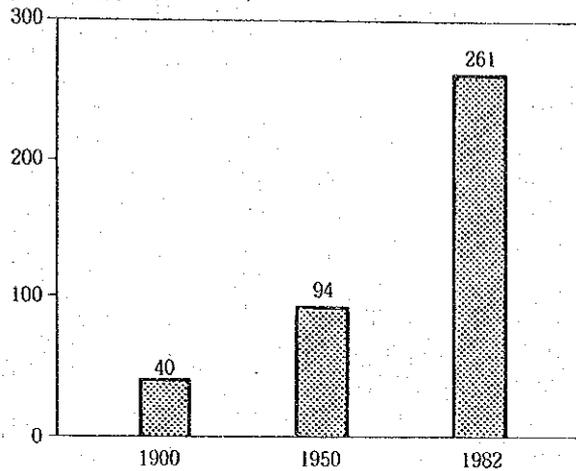


表 2 - 6 世界の灌漑面積の増加 (1950~85年)

大陸	1985年の灌漑面積 (100万ヘクタール)	灌漑面積の増加率			
		1950 - 60	1960 - 70	1970 - 80	1980 - 85
		(% )			
アジア 1)	184	52	32	28	8
北アメリカ	34	42	71	14	-11 <sup>2)</sup>
ヨーロッパ 3)	29	50	67	33	9
アフリカ	13	25	80	27	13
南アメリカ	9	67	20	28	17
オセアニア	2	0	100	0	0
世界計	271	49	41	26	8

1) ソ連のアジア地域を含む。

2) 1980~84年のアメリカのみのもので、出典は農務省の "Farm and Ranch Irrigation Survey 1984".

3) ソ連のヨーロッパ地域を含む。

出典： Adapted from W.R. Rangeley, "Irrigation and Drainage in the World," paper presented at the International Conference on Food and Water, Texas A&M University, College Station, May 26-30, 1986; 1980 irrigated acreages prorated from 1970 and 1982 figures as cited in W.R. Rangeley, "Irrigation—Current Trends and A Future Perspective," World Bank Seminar, February 1983.

表 2-7 世界の穀物生産と肥料使用量の比較 (1950~86年)

年	穀物生産	肥料使用量	肥料効率 (1)
	(100万トン)		
1950	624	14	45
1955	790	18	43
1960	812	27	30
1965	1,002	40	25
1970	1,197	63	19
1975	1,354	82	16
1980	1,509	112	13
1981	1,505	116	13
1982	1,551	115	14
1983	1,474	114	13
1984	1,628	125	13
1985	1,674	130	13
1986	1,661	131	14

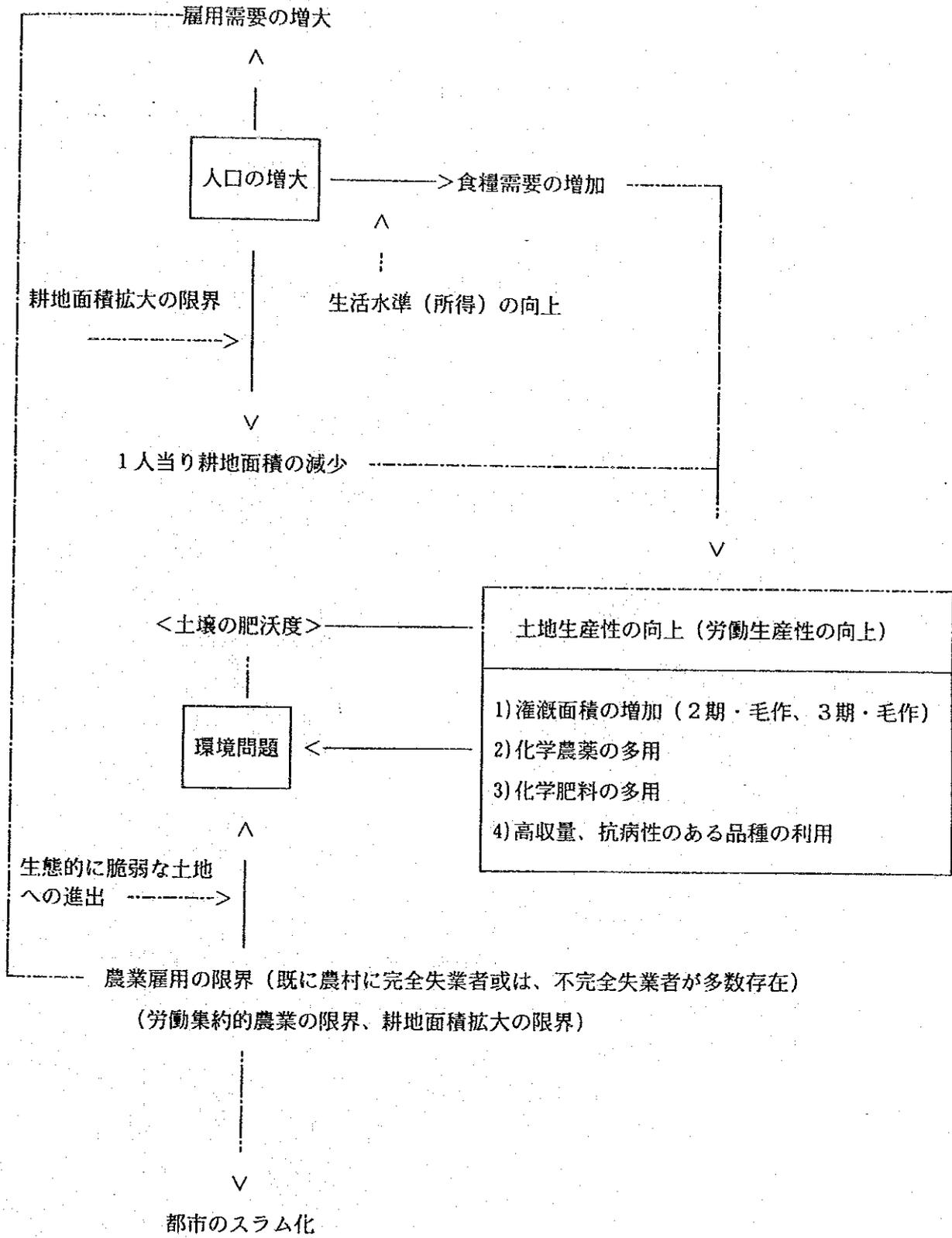
1) 便宜的に穀物生産を肥料使用量で除した。

出典： U.N. Food and Agriculture Organization, *Fertility Yearbooks* (Rome: Various years); U.S. Department of Agriculture, Economic Research Service, *World Indices of Agricultural and Food Production 1950-85* (unpublished printout) (Washington, D.C.: 1986).

表 2-8 世界の耕地における土壌流失に関する推計

国	土壌流失のあった耕地面積(100万エーカー)	流失した土壌(100万トン)
アメリカ	421	1,700
ソ連	620	2,500
インド	346	4,700
中国	245	4,300
計	1,632	13,200
他の国々	1,506	12,200
世界計	3,138	25,400

図 2 - 6 農業開発の環境問題の背景



(著者原図)

表 2-9 世界の土壌資源と過度の土壌流失の現状と予測<sup>(1)</sup>(1980~2000年)

年	人口 (10億)	耕地 (10億エーカー)	過度の 土壌流失量 (10億トン)	表土量 (10億トン)	一人当 り表土量 (トン)
1980	4.42	3.12	22.6	3,500	792
1985	4.83	3.17	23.1	3,385	701
1990	5.28	3.22	23.5	3,270	619
1995	5.73	3.27	23.9	3,150	550
2000	6.20	3.32	24.2	3,030	489

(1) 1980年から2000年までの世界の耕地の純増加は6%、1980年の平均表土層は7インチ(エーカー当たり1120トン)と想定した。

出典: Worldwatch Institute estimates.

図 2-7 タンザニアの半乾燥地域における地表植生別の土壌侵食率  
(草地では表土、水ともに流亡は少ないが、休耕地のそれは大きくなる)

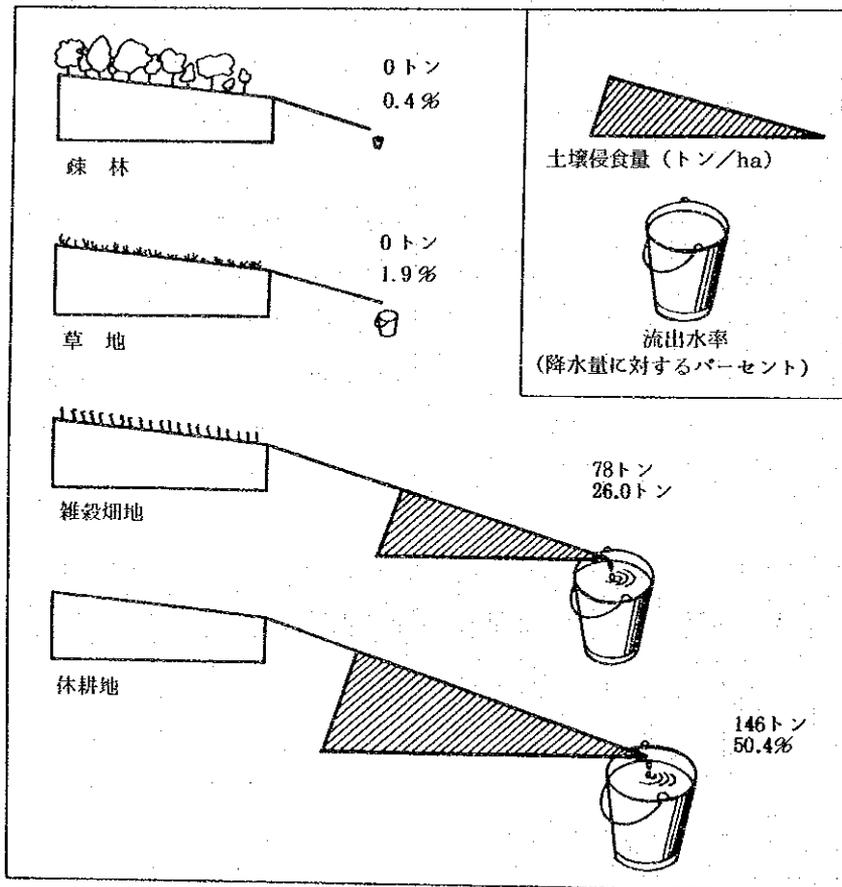
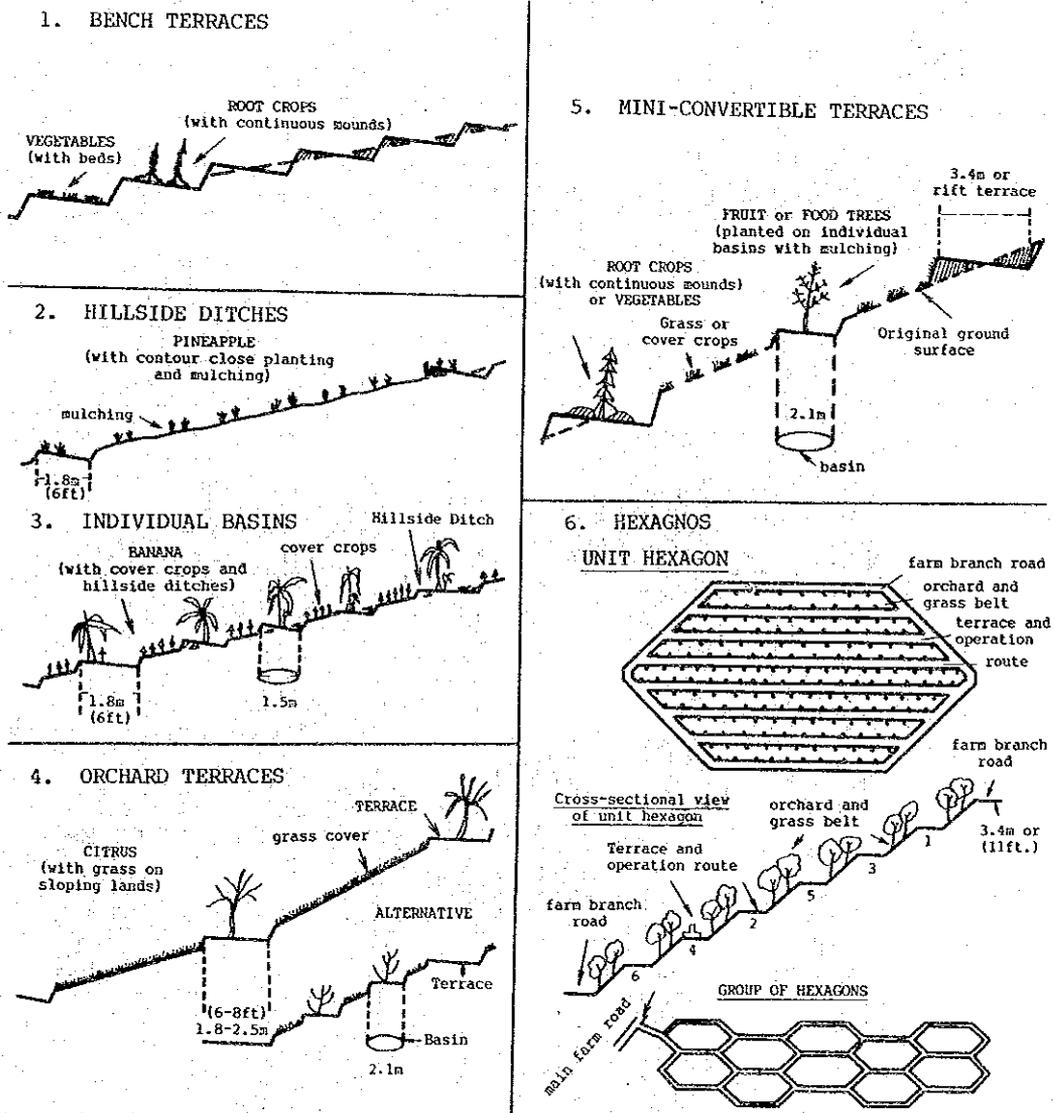


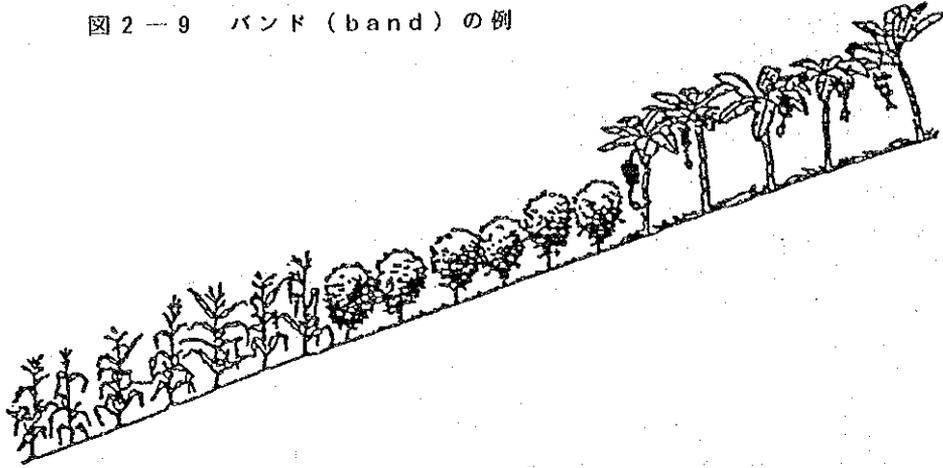
图 2-8 主要なテラス型式

CROSS SECTIONAL VIEWS OF SIX MAJOR LAND TREATMENTS



Major types of terraces (Source: Sheng and Stennett 1975. Reprinted with permission).

図 2-9 バンド (band) の例

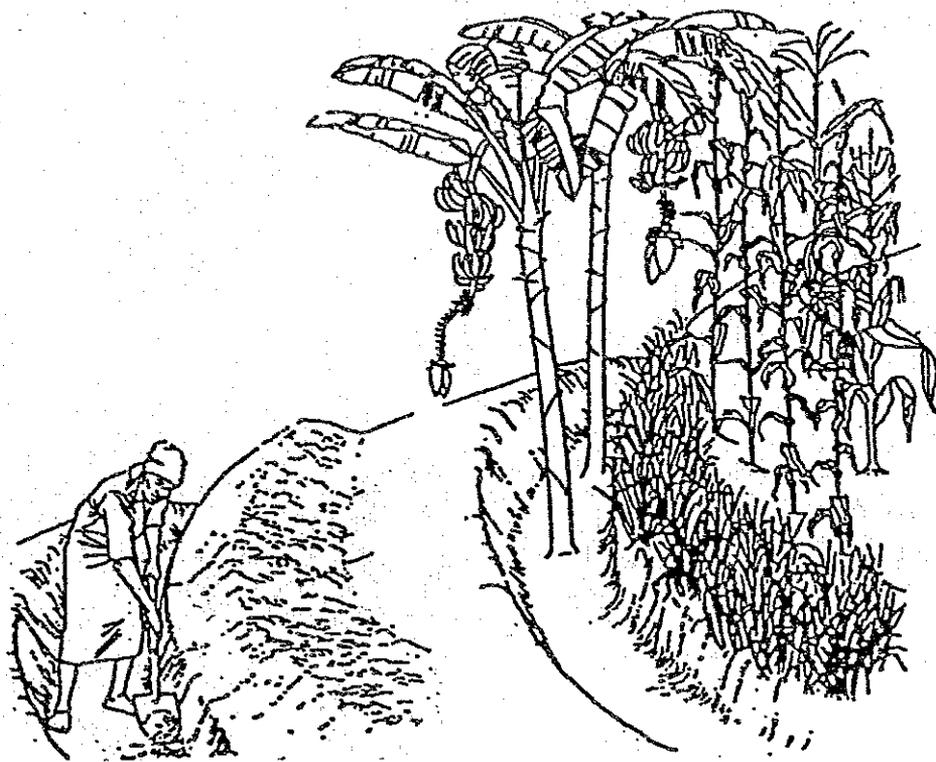


Infiltration zones are bands of fodder grasses or tree crops with trash on the ground. They can cut down erosion and run-off, gathering water for the crops below, without diverting any land or labour from production.



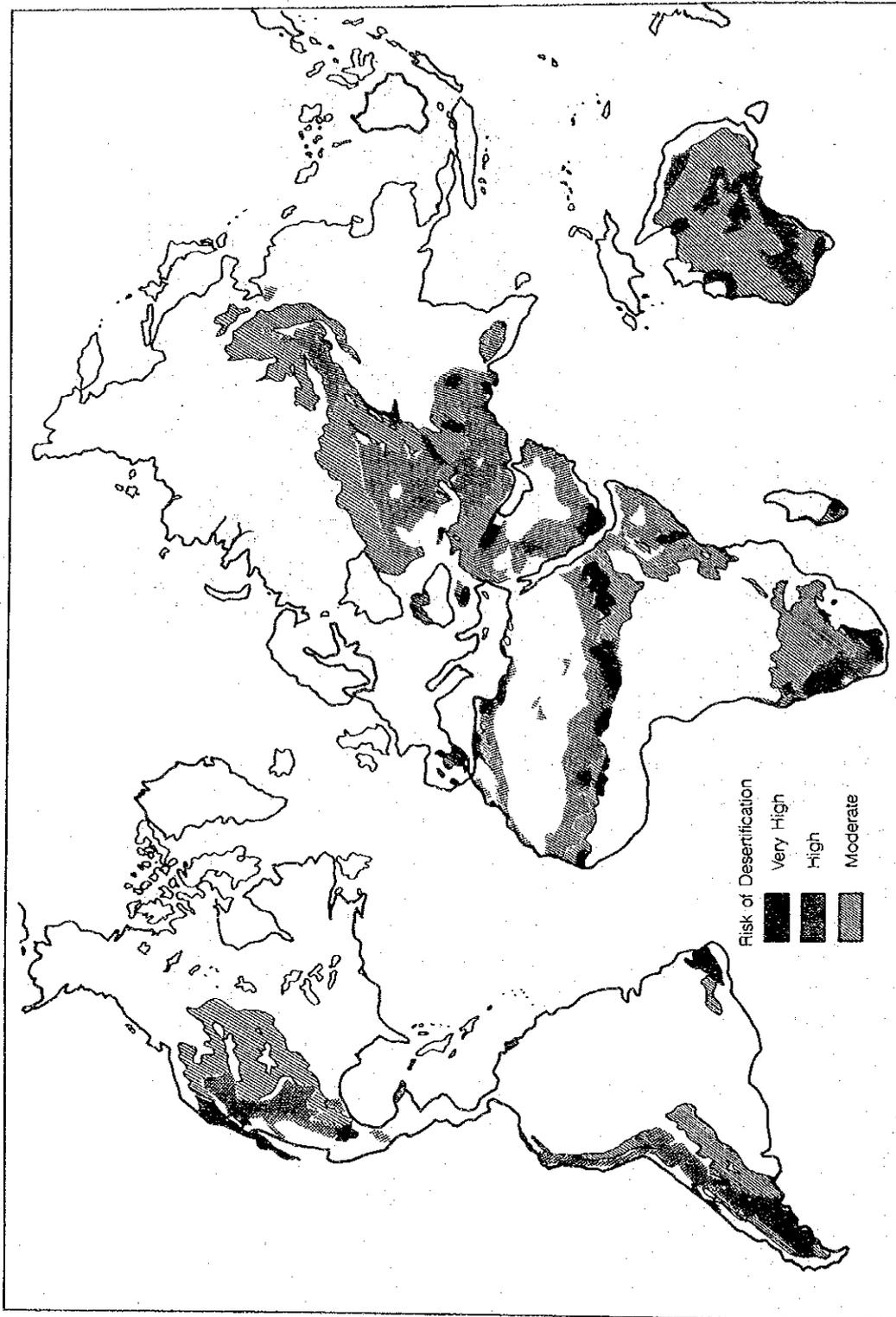
Water-harvesting: microbasins collect run-off from a wide surface and focus it on crops or trees.

図 2—10 傾斜地栽培と土壌保全の例



Fanja juu or 'work-up' terraces level themselves over a number of years. The ditch can be used for bananas or pawpaw, the leading edge for perennial fodder grass

図 2—11 沙漠化の危険のある地域  
(Areas at Risk of Desertification)



Source: United Nations Map of World Desertification, United Nations Food and Agriculture Organization, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, and the World Meteorological Organization for the United Nations Conference on Desertification, 1977, Nairobi, Kenya.

表 2-10 サヘル地域の砂漠化の進展度(1977~84年)

(○は安定、+ は多少増加、++は大幅増加)

国	砂丘による浸食	放牧地の荒廃	森林の喪失	灌漑システムの被害	降雨に依存している農業上のトラブル
ブルキナ・ファソ <sup>(1)</sup>	○	+	+	+	++
カメルーン	○	+	+	○	+
チャド	++	++	+	++	++
エチオピア	+	++	++	+	+
ギニア	○	○	+	+	++
ケニア	○	++	+	○	+
マリ	+	++	++	+	+
モーリタニア	+	++	++	+	+
ニジェール	+	++	+	++	+
ナイジェリア	○	+	++	○	+
セネガル	+	++	+	+	++
ソマリア	+	+	+	++	+
スーダン	++	+	+	+	○
ウガンダ	○	++	○	○	+

(1) 旧国名オートボルタ。

表 2-11 母乳中の殺虫剤・農薬の濃度

(mg/kg)

国名	地域	調査年	p-p'DDT	p-p'DDE	β-HCH
ベルギー	ブリュッセル	82	0.13	1.0	0.20
西ドイツ	ハナウ	81	0.28	1.2	0.30
日本	大阪	80 - 81	0.21	1.8	2.3
スウェーデン	ウプサラ	81	0.10	0.96	0.09
中国	北京	82	1.8	4.4	6.7
インド	アーメダバード	82	1.2	5.4	4.7
メキシコ	モレリア	81	0.82	5.4	0.49

(備考) UNEP/WHO [Assessment of Human Exposure to Selected Organochlorine Compounds through Biological Monitoring]



## 3. 熱帯林開発と環境問題

### 3-1 概況

### 3-2 熱帯林を取り巻く諸問題

- 1) 農地拡大のための計画的森林伐採
- 2) 森林地帯への非合法 ( Informal ) な侵入
- 3) 伝統的焼畑耕作システムの崩壊
- 4) 放牧地への転換と過放牧
- 5) 燃料用木材の採取
- 6) 林産業の生産と貿易



### 3-1 概況

南北回帰線を挟む地域を中心に分布する熱帯林（閉鎖林、疎林、灌木、休閒林等からなる）（図3-1）は、世界的には約30億ヘクタールと推定されているが、このうち、閉鎖林と疎林を合わせた面積の約5分の1が焼畑農法等による森林伐採の影響を受けているといわれる。

残存する熱帯林のうち、閉鎖林の大部分はラテンアメリカに、疎林の3分の2がアフリカに偏在している。これに対して熱帯アジアには全体にわずかの熱帯林しか残っていない（表3-1）。

森林の伐採と植林がほぼバランスを保持している温帯地域とは対照的に、熱帯地域では伐採が植林の10~20倍の速度で進行している。なかでも森林伐採の激しいのはラテンアメリカの湿潤地域とアフリカの疎林地域で、アジア・アフリカの湿潤地域では伐採のテンポは比較的鈍い（表3-2）（国によってかなりの差異があるが：表3-3）。

熱帯林の野放図な伐採と未熟な森林管理体制が、養分循環の攪乱、地力の喪失、動・植物種の絶滅、森林居住者の生活の圧迫、土壌侵食、下流での土砂堆積、洪水、灌漑施設の損傷、深刻な薪不足（特に熱帯乾燥地域で）など様々問題を引き起こし、容易ならざる事態を招いている例は枚挙にいとまがない。

このような熱帯地域のとどまることの無い森林伐採の背景には、農村部で増大する人口の食糧確保のための森林地帯の農地への転換をはじめ、放牧地造成と過放牧、エネルギー源としての薪の採取、商業的林産物の生産と貿易など、がある。

### 3-2 熱帯林を取り巻く諸問題

#### 1) 農地拡大のための計画的森林伐採

現状：農村人口の増大や農業の近代化・機械化によって土地を追われた住民の発生に伴い、農業用地の需要の高まりが、大多数の開発途上国の広範な森林伐採の背景となっている。したがって、森林伐採は政策または地域総合開発計画の一部として実行されている。

〔例〕インドネシアの移住計画：1970年初頭からのジャワ島の人口圧を軽減するため、他の人口希薄な島（とりわけ、スマトラ、カリマンタン両島）への移住計画が開始され、それに伴って大がかりな森林から農地への転換が生じた。

スリランカ：マハベリ灌漑計画では、数年内に26万ヘクタールの森林が農地に姿をかえる。

インド：独立後直ちに土地なし農民へ広大な面積の森林地を分配した。

ラテンアメリカ：法制、税の優遇措置により森林伐採を助長（ブラジル、アメリカ中米の政府・外貨による大規模な放牧地造成）するような政策がとられている。

このような政府主導による森林地帯への住民移住は多くの国で活発に行われている。道路や他のインフラ施設の設置が間接的にこれを加速化している。

しかしながら、熱帯林土壌は概して脆弱で、森林伐採後の措置が不十分だと、土壌の栄養分は急速に失われ（図3-2）、その後の森林の回復を困難にしている。

〔例〕 ブラジル・アマゾンのBragantina 地域への移住は約3万平方キロの森林地帯を農耕地化を目指したが、地力の衰退で大部分は放棄され、今日、半砂漠の灌木地に変貌している。

対策：土壌が農耕に向くところでの森林地から農耕地への転換は、テラスや他の土壌保全策実施の投資を加えた周到な伐採や伐採後のエロージョン・リスクを軽減する栽培作物（例えば、果樹などの永年作物）の選択により、既述したような悲惨な結果を回避することができる。

〔例〕 西マレーシアのオイル・パームとゴムの生産は慎重な栽培地の選定と適正な資金的・技術的支援により安定している。

制約要因：しかしながら、短期的な利益に惑わされ易い政治的現実主義と商業的圧力が森林保全プロジェクトの健全な運営の大きな障害となっている。

## 2) 森林地帯への非合法 (Informal) な侵入

現状：大部分の開発途上国では、住民の森林地帯への非合法的な侵入が森林伐採を促し、森林資源管理のための伝統的システムの崩壊の最大原因となっている。国によっては、この問題はきわめて深刻である。

〔例〕 フィリピン：4～5百万（国民の10%）の住民が公有林の不法占拠者で、低地の土地なし住民とともに、この国の最底辺を構成している。

かつては接近不可能だった森林地帯での計画的森林伐採や道路建設が、その後、この地域への住民の非合法的な侵入を誘発する。

〔例〕 ブラジル：トランスアマゾン・ハイウェイのベレンーブラジリア線の開通は、その10年後にはこの地域に200万人以上の非合法的な住民の移動を招いた。  
西アフリカ：木材搬出のための道路建設が住民の不正侵入による森林への接近を可能にし、アイボリー・コースト、ナイジェリアだけで広葉樹閉鎖林が1976年から1980年に毎年約60万ヘクタール伐採された。

また、ほとんどの開発途上国では肥沃な土地の利用は限られており、非合法的な侵入は、元来、農業には不適な土地で生じ、山岳地帯では特にリスクが大きい。

対策：急斜面での恒久的耕作には、等高線耕作、段々畑、危険地域での選択的な林地の保存、それに土壌を保護するための綿密な作物や地上被覆植物の選択が不可欠である（農業開発と環境問題、図3-2参照）。

〔例〕日本、中国、ネパール、インドネシア、アンデス山系の国々に見られる山岳地域では、歴史的に階段畑（bench terracing）が発達している。農民は、段がなければ、すぐに流れてしまうような急峻な土地を階段状にして耕作し続けてきた。

制約要因：しかし、これらの対策を非合法的な侵入者に望むのは技術的・資金的に不可能であり、彼らの多くが土地所有権を持たないという事実が、恒久的土地保全策に対する投資を無駄にしている。

### 3) 伝統的焼畑耕作システムの崩壊

現状：伝統的焼畑システムでは安定性の維持に大きな関心が払われるが、

〔例〕パプア・ニューギニア：高地溪谷の半草性地での焼畑耕作では、通常、農民の“庭”に薪として利用するCasuarinaの苗が土地が放棄される前に植栽される。

人口増に起因する土地に対する需要の激化に伴って、焼畑耕作はその伝統的行動パターンの変更を余儀なくされ、以前より耕作の期間が短縮されたり、集約度が強まったりして、土地の荒廃を誘発している。さらに、従来の焼畑農耕地域への新参者の流入がシステムの崩壊を助長している。

〔例〕東南アジア：伝統的な焼畑耕作の変更によって、広大な森林地帯は姿を消し、alang-alang (*Imperata cylindrica*) と呼ばれる草がはびこっている。

対策：アグロフォレストリーとして知られる森林再生法（表3-4）は、木材と農産物の生産、あるいは牧畜を統合したもので、農村地域の振興を図る新たなアプローチとして最近脚光を浴びている。これは、伝統的慣行を復活させることに重点が置かれている。

〔例〕スーダン：コードファン地帯では沙漠化と薪不足が深刻で、食糧になる作物と窒素固定力のあるアカシアの木を同時に育て、村人たちの積極的な協力が得られている。

制約要因：焼畑耕作者はきわめて貧しく、彼らの選択肢は少ない。彼らが利用可能な農業技術を採用し、次第に低下する地力を回復したとしても、不安定な土地所有形態のため、しばしば余儀なく移動せざるをえなかったり、土地や仕事を求めて彼らの背後から大挙押しかける土地なし農民に合流せざるをえなかったりする。

### 4) 熱帯林の放牧地への転換と過放牧

現状：近年、先進国におけるファーストフード用牛肉需要の急速な高まりとともに、ブラジルや中央アメリカ諸国では、放牧による畜産が国の外貨獲得に寄与するという理由で、森林地帯から家畜の放牧地への転換が急ピッチで行われている（表3-5）。それとともに、繰り返し行

われる火入れによって、絶えず植生回復の機会が絶たれ、地域によっては土壌の浸食や劣化を招いているところもある。

〔例〕 ブラジル：1986年から1978年にかけてアマゾンの森林地帯の約800万ヘクタールが牛の放牧地と化した。

中央アメリカ：1961年から1978年にかけて、放牧地が2倍以上になったが、森林は39%減少した。中央アメリカ7カ国中6カ国までが輸出用牛肉の85%から90%をアメリカに輸出している。

他方、多くの乾燥地帯では、人口と飼養家畜頭数の増加とともに、家畜の遊牧が、土地の永久耕地への転換の影響を受け、利用可能な草地の減少によって、狭い地域へ追いやられて過放牧状態を招き、沙漠化を助長する要因となっている（表3-6）。

〔例〕 東アフリカ、中東、サヘル地域の乾燥地帯では井戸や移動経路周辺の草地での環境劣化は特に深刻である。

対策：このような土地の潜在力を越えたプレッシャーの緩和には、伝統的な遊牧パターンの変更といった社会的問題抜きには効果的解決は困難である。

〔例〕 イエメン・アラブ共和国は、長年の過放牧と薪炭木の伐採によってもたらされた植生の消失、はげしい土壌侵食、家畜の飼養頭数の減少に対処するため、パイロット事業として“村落開発共同体・遊牧改良センター”を実施しているが、その対象となる家畜の大部分は村内か村付近の共有地で放牧されている。

制約要因：放牧地への転換は政策レベルで奨励されていることが一般的で、補助金や税制上の優遇措置という形をとっており、政策が変更されない限り、この流れを阻止するのは不可能である。乾燥地での過放牧は、家畜に対する社会的価値観、遊牧民の行動パターンの変化なくしては止むことはないであろう。

##### 5) 燃料用木材の採取

現状：開発途上国で伐採される木材の80%以上が燃料用に供され（表3-7）、森林資源の大きなプレッシャーとなっている。農村部では、炊事用燃料としての薪集めは、人口の増加によって、歩行距離や時間の増大といった社会的コストが加わるとともに、特定の地域に集中して行われるようになり、薪が不足する地域（表3-8）では作物の残さや牛ふんを代替燃料に使用するため、耕地の生産性低下を招いている。一方、都市周辺では都市住民や産業部門からの薪や炭に対する需要が大きいため、森林資源の枯渇速度が激烈である。現金収入獲得意欲の高まりは、さらにこれを助長する。

〔例〕 ブラジル：南東部では、概算で年間3,800万立方メートルの森林が鉄鋼産業用の薪炭に転換されている。

西ベンガル：Kharagpur付近の“sal” forest (*Shorea robusta*) ははげしい伐採の結果、一面が灌木化してしまった。この地域での植林事業は、地域住民による町への販売用に木が切られ、失敗した。

対策：拡大する薪不足の緩和には、木材供給の増加計画ばかりでなく、現在供給されているものの効果的使用が必要である。

〔例〕 インド：西部のジュラート州では、劣悪化した林地37.5ヘクタールが土地なし家族に割り当てられ、15年間にわたり毎年2.5ヘクタールずつ苗木作りから植林まで行わせ、農民は労働報酬として無料の住宅資材と林産物の供給を受け、15年目に伐採の純益20%の支給を受ける。

ケニア：燃料の危機状態が特に著しく、100万トンの炭を生産するのに900万トンの木を使用する。より効率的なストーブを利用しないと炭の熱効率は5～10%にしかない。

制約要因：社会事業的な植林は、私有地を持つ人たちに市場販売用育林を勢いづかせ、それがコミュニティの伝統的相互関係を崩壊しかねない。地方の社会的・文化的習慣に合わないためストーブの普及ははかばかしくない。

## 6) 林産物貿易

現状：エネルギー源である薪を除けば、林産物のほとんどは国際貿易のパターンの一部となっている。先進諸国における広葉樹材に対する需要の高まりとともに、熱帯材への関心が急増し、その結果、開発途上国では1960年から70年代前半までに製材及びベニヤ用原木の年間生産が倍増したが、国内での消費の伸びはわずかであった。そのほとんどは、アメリカ、ヨーロッパ、日本向けの輸出であるが（表3-9）、日本への供給は約4分の3がアジアからである。しかし、その後は森林の減少、国内の木材需要の高まり、比較的低い原木輸出単価といった実情を反映して、開発途上国からの未加工木材の輸出は減少している。残存する森林資源から、より大きな価値を引き出そうとする当該国の努力の現れであろう。

〔例〕 インドネシア：現在も8,000万から1億ヘクタールの熱帯林を有し、1970年代中期に主要な輸出国として登場し、フィリピンの減産によって生じた不足分を補ったが、最近では木材の国内加工を奨励して、1980年には厳しい原木輸出枠規制が実施されている。

対策：熱帯林に存在するより多くの樹種、多様な品質の木材を利用することによって加工用材木の需要にいくらかは応えられる。

〔例〕 フィリピン：熱帯産マメ科植物の一種の *Leucaena* は、30～50立方メートルの生産性があり、国内の荒廃した広大な草原を含む1万数ヘクタールの土地に植林され、製紙やパルプ用材となると同時に飼料、燃料も供給する。

制約要因：森林資源を持続していく方法を計画立案するのに必要な研究機関、財政基盤、社会的メカニズムが、まだ成熟していない。

引用・参考文献

- (1) レスター・ブラウン編（本田幸雄監訳） 1988. 地球白書－2000年人間と環境への提言.  
ダイヤモンド社.
- (2) NHK取材班 1986. NHK特集－森が危ない. 日本放送出版協会.
- (3) 石弘之 1985. 蝕まれる森林. 朝日新聞社.
- (4) 逸見謙三ほか 1981. 西暦2000年の地球. 1. 人口・食糧編. 家の光協会.
- (5) 逸見謙三ほか 1981. 西暦2000年の地球. 2. 環境編. 家の光協会.
- (6) E. エックホルム 1984. 地球レポート－緑と人間の危機. 朝日選書.
- (7) 神足勝浩 1987. 熱帯林のゆくえ－みどりの国際協力. 築地書館.
- (8) 外務省・農林水産省・林野庁監修 1986. 世界の森林と緑の国際協力. 海外林業コンサルタンツ  
協会.
- (9) World Resources Institute & International Institute for Environment and  
Development. 1986. World Resources 1986. Basic Books.
- (10) World Resources Institute & International Institute for Environment and  
Development. 1987. World Resources 1987. Basic Books.
- (11) Catherine Caufield 1982. Tropical Moist Forests. Earthscan Paperback.
- (12) Alan Grainger 1983. Desertification. Earthscan Paperback.
- (13) Gerald Foley & Geoffrey Barnard 1984. Farm and Community Forestry.  
Technical Report No.3. Earthscan (I I E D).
- (14) Cox & Atkins 1979. Agricultural Ecology-An analysis of world food  
production systems. Freeman.
- (15) Richard A. Carpenter ed. 1983. Natural System for Development. MacMillan.
- (16) Marius Jacobs 1988. The Tropical Rain Forest. Springer-Verlag.

图3—1 世界の森林植生分布



Source: U.N. Food and Agriculture Organization (FAO). Unasylva. Vol. 28, No. 112-113 (1976).

表 3 - 1 世界の森林地の分布 (1980 ~ 1985年)

Region	Total Land Area		Closed Forest		Ocean Forest Area	Total Forest Area	Percent of Total Land Area Forested		Other Wooded Land		Total Wooded Area	Percent of Total Land Area Wooded	
	13,077	13,077	1,827	1,121			1,372	4,320	33	Shrubland Forest Fallow		5,381	41
					Broadleaved	Coniferous				Shrubland	Forest Fallow		
1980 World Totals	13,077	13,077	1,827	1,121	1,372	4,320	33	624	407	5,381	41		
1985 World Totals	13,077	13,077	1,726	1,139	1,262	4,147	32	675	406	5,228	40		
North America	1,835	1,835	168	301	215	684	37	X	NA	684	37		
Europe	472	472	65	88	21	174	37	X	NA	174	37		
USSR	2,227	2,227	147	645	128	920	41	X	NA	920	41		
Other Countries	950	950	50	22	70	142	15	X	NA	142	15		
Developed Countries Subtotal	5,484	5,484	430	1,056	434	1,920	35	X	NA	1,920	35		
Africa	2,966	2,966	216	2	500	718	24	450	160	1,328	45		
Latin America	2,054	2,054	666	26	250	942	46	150	170	1,262	61		
Asia (except: China and Oceania)	1,640	1,640	317	30	83	430	26	45	76	551	34		
China	933	933	97	25	15	137	15	30	X	167	18		
Developing Countries Subtotal	7,593	7,593	1,296	83	848	2,227	29	675	406	3,306	44		

X = not available  
 NA = not applicable

Notes:

- a includes bamboo and mangrove tomamons
  - b includes area with woody vegetation greater than 0.5 meters and less than 7 meters in region, countries by the Food and Agriculture Organization as "Other Land" (see Table 5.2)
  - c includes wooded areas with forest region following cleaning for setting cultivation with the past 20 years.
  - d includes forest area and other wooded land.
  - e "mono total" exclude America.
  - f Canada and the United State.
  - g Australia, New Zealand, Japan, Israel and South Africa.
- Source:  
 1. For 1980 world totals: U.N. Food and Agriculture Organization (FAO), 1985, Reference 10.  
 2. For 1985 world totals: R Persson, unpublished upon Swedish International Development Authority (1985), lowest 1, 2 and 4.  
 3. For total and regional land area: (FAO), 1984, Reference 13.

表 3 - 2 森林タイプ・地域別熱帯林の年間平均伐採度 (1981 ~ 85年)  
(Average Annual Deforestation of Tropical Forests by Forest Type and by Region, 1981-85a)

Region	Productive Closed Forests			Unproductive Closed Forests			All Closed Forests			Open Forests		Total Deforestation	
	Area	Percent <sup>b</sup>	Logged Area Percent <sup>b</sup>	Area	Percent <sup>b</sup>	Area	Percent <sup>b</sup>	Area	Percent <sup>b</sup>	Area	Percent <sup>b</sup>	Area	Percent <sup>b</sup>
Tropical America	1,299	(0.29)	1,867	(2.80)	1,173	(0.75)	4,339	(0.64)	1,272	(0.59)	5,611	(0.63)	
Brazil	80	(0.03)	1,030	(8.58)	370	(0.65)	1,480	(0.41)	X	X	X	X	
Tropical Africa	226	(0.19)	1,032	(2.41)	73	(0.14)	1,331	(0.61)	2,345	(0.48)	3,676	(0.52)	
Zaire	155	(0.19)	25	(6.58)	2	(0.008)	162	(0.17)	X	X	X	X	
Tropical Asia	395	(0.39)	1,278	(2.14)	153	(0.15)	1,826	(0.60)	190	(0.61)	2,016	(0.60)	
Indonesia	X	X	600	(1.73)	X	X	600	(0.53)	X	X	X	X	
Total	1,920	(0.28)	4,177	(1.98)	1,399	(0.45)	7,496	(0.62)	3,807	(0.52)	11,303	(0.58)	

X = not available

Note:

a Tropical forest includes broadleaved, coniferous, and bamboo forests

b Calculated as percent at forest area in 1980

Sources:

1. UN, Food and Agriculture Organization (FAO), 1982 Reference 12

2. U.S. Congress, Office of Technology Assessment, 1964, Reference 2

表 3 - 3 熱帯圏諸国における森林伐採 (1980~85年)  
(Deforestation in Tropical Countries, 1981-85)

Country	Closed Forest Area, 1980 (thousand hectares)	Annual Rate of Deforestation 1981-85 (percent)	Area Deforested Annually (thousand hectares)	Country	Closed Forest Area, 1980 (thousand hectares)	Annual Rate of Deforestation 1981-85 (percent)	Area Deforested Annually (thousand hectares)
Group I <sup>a</sup>				Zaire	105,975	0.2	182
Colombia	47,351	1.7	820	Cameroon	18,105	0.4	80
Mexico	47,840	1.2	595	Congo	21,508	0.1	22
Ecuador	14,679	2.3	340	Gabon	20,690	0.1	15
Paraguay	4,100	4.6	190	Total	979,836	0.3	3,160
Nicaragua	4,506	2.7	121	Group II <sup>c</sup>			
Guatemala	4,596	2.0	90	El Salvador	155	3.2	5
Honduras	3,797	2.4	90	Jamaica	195	1.0	2
Costa Rica	1,664	3.9	65	Haiti	58	3.4	2
Panama	4,204	0.9	36	Kenya	2,605	0.7	19
Malaysia	21,256	1.2	255	Guinea-Bissau	664	2.6	17
Thailand	10,375	2.4	252	Mozambique	1,189	0.8	10
Leo People's Dem Rep	8,520	1.2	100	Uganda	679	1.1	10
Philippines	12,510	0.7	91	Brunei	325	2.2	7
Nepal	2,128	3.9	84	Rwanda	412	0.7	3
Vietnam	10,810	0.6	65	Benin	47	2.1	1
Sri Lanka	2,782	2.1	58	Total	6,529	1.2	76
Nigeria	7,583	4.0	300	Group IV <sup>d</sup>			
Ivory Coast	4,907	5.9	290	Belize	1,385	0.6	9
Madagascar	12,960	1.2	150	Dominican Republic	685	0.6	4
Liberia	2,063	2.2	46	Cuba	3,025	0.1	2
Angola	4,471	1.0	44	Trinidad and Tobago	368	0.3	1
Zambia	3,390	1.2	40	Bangladesh	2,207	0.4	6
Guinea	2,072	1.7	36	Pakistan	3,785	0.2	7
Ghana	2,471	0.9	22	Bhutan	2,170	0.1	2
Total	241,037	1.7	4,180	Tanzania	2,658	0.4	10
Group II <sup>b</sup>				Ethiopia	5,332	0.2	8
Brazil	396,030	0.4	1,480	Sierra Leone	798	0.8	6
Peru	70,520	0.4	270	Central African Republic	3,595	0.1	5
Venezuela	33,075	0.4	125	Somalia	1,650	0.2	4
Bolivia	44,013	0.2	67	Sudan	2,532	0.2	4
Indonesia	123,235	0.5	600	Ecuadorial Guinea	1,295	0.2	3
India	72,521	0.2	147	Togo	304	0.7	2
Burma	32,101	0.3	105	Total	31,789	0.2	75
Kampuchea, Dem	7,616	0.3	25				
Papua New Guinea	34,447	0.1	22				

Notes:

- Higher than average rate of deforestation and large areas deforested.
- Relatively low rates of deforestation but large areas deforested.
- High rates of deforestation and small areas of remaining forest.
- Low or moderate rates of deforestation and small areas affected.

Sources:

- U.N. Food and Agriculture Organization (FAO), 1981, Reference 44.
- FAO, 1981, Reference 49.
- FAO, *Los Recursos Forestales de la America Tropical* (FAO, Rome, 1981).
- FAO/U.N. Economic Commission for Europe, 1985, Reference 10.

表3-4 アグロフォレストリー・システムと実例  
(Agroforestry Systems and Practices)

Major Systems	Practices	Regions Where Present
Agro Silvicultural	Improved "fallow" (in shining cultivation areas)	Southeast Asia, East and Central Africa, American Tropics
	Taungya	South Pacif, Southeast Asia, South Asia, East and Central Africa, West Africa, American Tropics
	Tree gardens (primarily fruit and nut trees used also for livewood)	South Pacific, Southeast Asia, South Asia, Middle East and Mediterranean, American Tropics
	Hedgerow intercropping (alley cropping)	Southeast Asia, East and Central Africa, West Africa
	Multipurpose trees and shrubs on termlands	Throughout developing world
	Crop combination with plantation crops	Throughout developing world
	Multipurpose tuelwood trees	South Pacific, Southeast Asia, South Asia, East and Central Africa, American Tropics
Silvo-Pastoral	Shellerbells, windbreaks, soil conservation hedges	Throughout developing world
	Protein bank (cut and catty toddy production)	Southeast Asia, South Asia, East and Central Africa, West-Africa, American Tropics
	Living fence of lodder trees and hedges	Southeast Asia, South Asiz, East and Central Africa, American Tropics
Agro-Silvo-Pasioral	Trees and shrubs on pasivies	Throughout developing world
	Woody heoges for browse, muich, green manure, soil conservation, etc.	South Pacific, Southeast Asia, South Asia, East and Central Africa, West Africa, American Tropics
Others	Home gardens (with many herpaceous and woody plants)	Throughout developing world
	Aquatorestry (silviculture in mangrove swarmps: trees in bunos at fish-breeding ponds)	Southeast Asia
	Shining cultivation (e.g., swiooen)	South Pacific, Southeast Asia, South Asia, East and Central Africa, West Africa, American Tropics
	A picture with trees (beekeeping)	South Pacific, Southeast Asia, South Asia, Middle East and Mediterranean, East and Central Africa, West Africa

Note: Table does not include data on Europe, where agroforestry is common on a small scale in foothills and middle reaches of mountain uplands. Along lowland regions, especially river valleys, populars are often combined with grazing.  
Source: P.K.R. Nair, "Some Examples of Prominent Agroforestry Systems and Practices in the Developing Countries, "ICRAF Newsletter, No. 17 (May 1986). pp. 4-5.

表 3-5 中央アメリカにおける森林地から放牧地への転換 (1961~78年)

国	放牧地			閉鎖林と疎林		
	1961	1978	増減	1961	1978	増減
	(1000ヘクタール)(%)			(1000ヘクタール)(%)		
コスタリカ	969	1,764	+82	2,848	1,930	-32
エルサルバドル	606	690	+14	230	0	-100
グアテマラ	1,039	1,976	+90	8,400	4,400	-48
ホンジュラス	2,006	2,370	+18	7,100	3,900	-45
ニカラグア	1,710	2,820	+65	6,432	4,400	-32
パナマ	899	1,430	+59	4,100	3,200	-22
合計	7,229	11,050	+53	29,110	17,830	-39

出典: Norman Myers. "The Hamburger Connection: How Central America's Forests Become North America's Hamburgers", *Ambio*, Vol. X, No.1, 1981.

図 3-2 熱帯林伐採による水文的影響

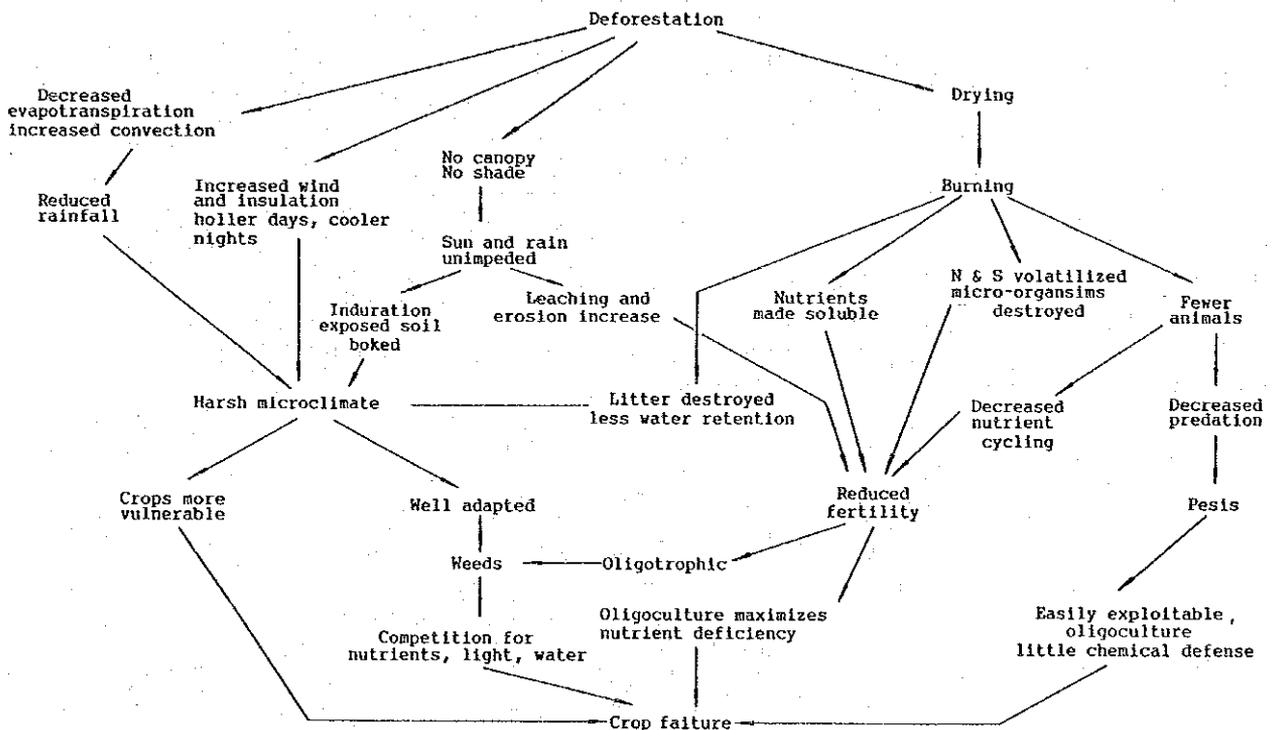


表 3-6 西アジア地域における放牧地の状況 (1)  
(Rangeland Conditions in Selected Western Asian Countries)

Country/Locality Size of Rangeland	Range Condition	Range Trend	Causes	Remedial Activities	Source
Syria Country-wide 8,700,000 ha (grasslands)	• Overgrazed	• Not specified, but either generally downward, or stable at minimal productivity	• Too many animals; most productive rangelands destroyed by plowing; uprooting of shrubs for fuel, establishment of water points (wells) without any grazing controls		1
Kamishly Area				• FAO integrated agricultural development project: introduction of forage legumes into large parcels of fallow lands (one third of cropland is typically fallowed) • Establishment of range management cooperatives (44 in 1977 with approximately 9,000 people)	
Interior Steppes; Arid Deserts	• Original plant community virtually eradicated; replaced by species of little interest to humans or animals	• Long history of degradation	• Overgrazing, especially by goats; development of wells permitted over-use of plant resources	• Arab Centre for the Study of Arid Zones and Dry Lands (ACSAD), includes range management work • Law permits each family in the western mountain region only one goat • Creation of the "Steppe Department" within the Ministry of Agriculture and Agrarian Reform	
People's Democratic Republic of Yemen Country-wide 9,000,000 ha (grassland) 2,500,000 ha (scrub forest)	• Degraded stage of retriressuib	• Declining, or stable at minimal productivity	• Grazing pressure; fuelwood collection		2
Yemen Arab Republic 7,000,000 ha (pasture) 1,600,000 ha (woodland)	• Majority of "woodland" better classified as rangeland • Depleted plant cover	• Long history of degradation • Severe sheet and gully erosion • Decline in livestock numbers • World Bank believes range can be restored to some extent	• Overgrazing; fuelwood cutting	• Pilot project; "village development association and range improvement center" (Most of livestock owned by villagers and communally grazed near village)	3
Iraq Country-wide 4,000,000 ha (grassland) 33,000,000 ha (other lands)				• Establishment of the Directorate of Rangelands (1976); included 10 regional facilities	4
Steppe Zone 6,200,000 ha	• Predominance of unpalatable shrubs • Disappearance of natural vegetation	• Unspecified, but condition indicates historical downward trend • Continuing loss of rangeland	• Overgrazing • Conversion to dryland farms	• Project development: "improvement of grazing lands in the Hamud Valley" (10,000,000 ha)	
Mountain Ragne (Forest and Sub-alpine)	• Palatable perennial grasses generally scarce; annuals predominate		• Long history of overgrazing		
Alpine Meadows	• Good seasonal grazing (four months)	• Apparently stable	• Limited seasonal usage		
Southwestern Desert 16,700,000 ha	• Apparently fair - "luxuriant gorm of annuals in the spring; shrubs available during summer and winter"	• Downward - "steady deterioration"	• Overgrazing, in part due to transhuming flocks from neighboring countries		
Country-wide 36,040,000 ha (grazing land, i.e., uncultivated) 100,000 ha (forage)	• Low productivity	• Long-term progressively downward trends	• Uncontrolled grazing; conversion of some desert lands to dryland farming (Jazeera locality)	• Number of sheep had to be reduced • Establishment of combined crop and sheep cooperatives and government farms • National support for sheep breeding programs; sheep and steer finishing projects; feed processing facilities	

表 3-6 西アジア地域における放牧地の状況 (2)

Country/Locality Size of Rangeland	Range Condition	Range Trend	Causes	Remedial Activities	Source
Oman 1,000,000 ha (permanent pasture) 20,208,000 ha (other land)					5
Desert and Mountain	• Not specified, however 1975 surveys noted "little evidence of damage to plant communities"	• Stable, perhaps upward (improving)	• Herd sizes decreasing in nomadic regions	• Apparently none	
Sain Katat and Batinah	• Over-used	• Not specified	• Excessive woodcutting; heavy grazing and tramping by livestock		
"Settled Areas"	• Not specified, but perhaps fair condition at present	• Possibly improving	• Although animals are concentrated in these areas, there is heavy reliance on fodder crops		
Jordan 8,316,253 ha (grazing and/or uncultivated)	• Loss of vegetation • Lack of water more limiting than lack of feedstuffs  • Serious erosion, pavement-like soil	• Degradation for hundreds of years, but utilization has become increasingly destructive in the past few decades • Substantially increased erosion • Goats have even been an obstacle to reforestation  • Long-term, continuing degradation • Low level of productivity from rangelands in the future	• Overstocking, especially of goats  • Sedentarization has concentrated more animals in smaller areas for longer periods • Human population increased six-fold over 55 years (2.5 million in 1983) with increased demand for red meat	• Measures to restrict grazing in certain areas not very successful • Establishment of permanent settlements for nomadic herdsmen including water developments and irrigated forage production  • Tasks proposed for a "National Rangeland and Rainfed Watershed Program" (July 1984)	6
Saudi Arabia country-wide 85,000,000 ha (pastureland) Arabian Shield-South 20,400,000 ha (9.5% of total country area)	• Increased in overall plant biomass production since 1967 (which was a drought period) but a shift in species composition towards more unpalatable plants indicates a degraded forage resource • Condition ratings based on field surveys of percent perennial species and cover measurements; Poor 40%, Fair 20%, Good 20%, Excellent 20% (Most of the area in excellent condition is in flat desert zone where animal use is restricted by limited water availability)	• Human-caused destruction of rangeland has increased significantly • Rangelands are now less suitable for sheep (grazing), and better suited for camel and goat (woody browse) • Trend ratings for major range zones were calculated from measurements of indicators such as seedling establishment, plant vigor, plant residue amount and soil surface condition; all zones (flat desert; hilly plateau; mountains and foothills) can be rated at the lower end of "stable"	• Widespread availability of trucks allows transport of animals and water to remote areas previously used infrequently • Animal production units have increased 1.8 times since 1967 study		7
Iran Country-wide 1,100,000 ha (specified as pastureland)	• Severe depletion of range; disappearance of most preferred perennial species (e.g. Artemisia and Aritida)	• Severe and continuing deterioration • Serious soil erosion and false run-offs • The need to reconcile stock reductions to restore biological equilibrium with the goal of increased meat production presents a major problem	• Heavy overstocking - estimated to exceed carrying capacity by 4 times; fuel gathering, including the uprooting of shrubs in cold winter areas; widespread encroachment of dryland cultivation into traditional grazing areas; climatic fluctuations	• Some very good vegetation studies, but no detailed survey for monitoring baseline or range management trials • Administrative structure in place	8

Sources

1. A.W.A. El Moursi, *Ecological Management of Arid and Semi-Arid Rangelands* (EMASAR-Phase III), Vol. VII, Near East (United Nations Food and Agriculture Organization, Rome, 1978), pp. 38-59; United Nations Food and Agriculture Organization (FAO), *Regional Study on Rangeland Agriculture and Agro-Climatic Inventory of Eleven Countries in the Near East Region*, World Soil Resources Report (FAO, Rome, 1982), pp. 88-89; U.S. Man and the Biosphere (USMAB), *Draft Environmental Profile on Syria* (Library of Congress, Washington, D.C., 1981), pp. 30-31, 41-51, pp. 55, 63, 67.
2. A.W.A. El Moursi, *Ecological Management of Arid and Semi-Arid Rangelands* (EMASAR-Phase III), Vol. VII, Near East (United Nations Food and Agriculture Organization, Rome, 1978), pp. 45-46.
3. United Nations Food and Agriculture Organization (FAO), *1983 FAO Production Yearbook*, Vol. 37, FAO Statistics Series No. 55 (FAO, Rome, 1984); U.S. Man and the Biosphere (USMAB), *Environmental Profile of Yemen (Yemen Arab Republic)* (Office of Arid Lands Studies, University of Arizona, revised draft, Tucson, 1982), pp. 68-70, p. 77.
4. A.W.A. El Moursi, *Ecological Management of Arid and Semi-Arid Rangelands* (EMASAR-Phase III), Vol. VII, Near East (United Nations Food and Agriculture Organization, Rome, 1978), pp. 12-15; United Nations Food and Agriculture Organization (FAO), *Regional Study on Rangeland Agriculture and Agro-Climatic Inventory of Eleven Countries in the Near East Region*, World Soil Resources Report (FAO, Rome, 1982).
5. United Nations Food and Agriculture Organization (FAO), *1983 FAO Production Yearbook*, Vol. 37, FAO Statistics Series No. 55 (FAO, Rome, 1984); U.S. Man and the Biosphere (USMAB), *Draft Environmental Profile of the Sultanate of Oman* (Office of Arid Lands Studies, University of Arizona, Tucson, 1981), pp. 64-66, 84-85.
6. United Nations Food and Agriculture Organization (FAO), *Regional Study on Rangeland Agriculture and Agro-Climatic Inventory of Eleven Countries in the Near East Region*, World Soil Resources Report (FAO, Rome, 1982); U.S. Man and the Biosphere (USMAB), *Draft Environmental Report on Jordan* (Library of Congress, Washington, D.C., 1979), p. 51, 54, pp. 76-79; R.D. Child, R. Saunier, A. Al-Rizawi, M.A. Rabbon and M. Purick, *A National Rangeland and Rainfed Watershed Program for Jordan*, Joint Environmental Service/Contract No. 37-E (International Institute for Environment and Development, Washington, D.C., 1984), pp. 1-8.
7. United Nations Food and Agriculture Organization (FAO), *1983 FAO Yearbook*, Vol. 37, FAO Statistics Series No. 55 (FAO, Rome, 1984); MacLaren International Ltd., *Draft Rangeland Inventory and Management, Annex 13, Water and Agriculture Development Studies, Arabian Shield South* (Government of Saudi Arabia, Ministry of Agriculture and Water, 1978), pp. 3-53.
8. J. Colebert and L.R.N. Strange, *Ecological Management of Arid and Semi-Arid Rangelands* (EMASAR-Phase III), Vol. VI, Middle East (United Nations Food and Agriculture Organization, Rome, 1978), pp. 17-20.

表3-7 主要消費国における薪炭材・炭の生産  
(Production of Fuelwood and Charcoal among Major Consuming Countries)

Country	1973 (millions of m <sup>3</sup> )	1983 (millions of m <sup>3</sup> )	Increase (Decrease)	Percent Change	Fuelwood as Percent of Total Roundwood Production 1981-83	Forest Area 1980 (hectares/ person)
Nigeria	56.8	78.4	21.6	36	91	0.2
Tanzania	28.4	36.7	10.3	35	97	2.3
Kenya	18.8	27.9	9.1	48	95	0.2
Sudan	27.7	36.4	8.7	31	96	2.7
Zaire	21.8	28.8	7	32	92	6.2
Uganda	16.2	24.7	6.5	36	94	0.5
Ethiopia	22.7	27.9	5.2	23	95	0.9
Africa Subtotal	312.4	414.4	102	33	88	1.6
India	173.2	212.6	39.4	23	91	0.1
China	134.4	154.6	20.2	15	65	0.2
Indonesia	95.5	114.2	18.7	20	90	0.8
Thailand	28.5	36.2	7.7	27	89	0.4
Bangladesh	23.7	31.1	7.4	31	97	0.3
Philippines	21.8	28.5	6.7	31	79	0.3
Asia and Oceania Subtotal	605.1	720.0	114.9	19	77	0.3
Brazil	127.3	162.6	35.3	28	73	4.6
Mexico	9.9	13.3	3.4	34	67	6.7
Colombia	11.2	13.9	2.7	24	83	2.0
Guatemala	4.9	6.6	1.7	35	97	0.6
El Salvador	3.2	4.4	1.2	38	97	0.03
Latin America Subtotal	197.1	253.5	56.4	29	73	2.7
United States	17.3	101.9	84.6	489	24	1.3
Canada	3.5	5.5	2	57	4	18.1
North America Subtotal	20.6	107.4	84.8	546	19	2.9
Sweden	2.5	4.4	1.9	76	9	3.4
Italy	3.1	4.1	1	32	48	0.1
France	10.6	10.4	-0.2	-2	27	0.3
USSR	83.5	83.5	-0.2	0	23	3.5
Europe-USSR Subtotal	158.9	245.5	86.6	54	20	1.5
World Total	1,273.6	1,632.9	359.3	28	54	1.0

Note: U.N. Food and Agriculture Organization (FAO) statistics on fuelwood were incomplete prior to 1980, when new information became available as a result of a survey of fuelwood supplies in developing countries. Current "production" (or consumption) figures for fuelwood and charcoal may be somewhat high, as fuelwood has become scarce or unavailable in many areas, and principal consumers such as rural households in developing countries have been forced to substitute other fuels.

Source: FAO, 1985, Reference 41, pp. 78-79.

表 3-8 薪炭材の不足する地域とその人口 (1980~2000年)

(Fuelwood Deficits by Region, 1980 and 2000)

Fuelwood Situation	Region	Populations Involved and Fuelwood Deficit in 1980	Countries Mainly Concerned <sup>d</sup>
Acute Scarcity <sup>a</sup>	Africa	13 million people 6 million m <sup>3</sup>	Burkina Faso, Cape Verde, Chad, Djibouti, Mali, Mauritania, Niger, Sudan, Kenya, Ethiopia, Somalia, Botswana, Namibia
Arid and semi-arid areas	Asia	9.5 million people 3.6 million m <sup>3</sup>	Afghanistan, Pakistan
	Latin America	6.8 million people 3.5 million m <sup>3</sup>	Chile, Peru
	Africa	36 million people 40 million m <sup>3</sup>	Burundi, Rwanda, Lesotho, Swaziland
Mountainous area	Asia	29 million people 34 million m <sup>3</sup>	Nepal
	Latin America	2 million people 2 million m <sup>3</sup>	Bolivia, Peru
	Total	96.3 million people 89.1 million m <sup>3</sup>	23 countries
Deficit <sup>b</sup>	Africa	131 million people 66 million m <sup>3</sup>	Cameroon, Congo, Zaire, Malawi, Kenya, Madagascar, Uganda, Tanzania, Gambia, Guinea, Benin, Togo, Senegal, Sierra Leone, Nigeria, Mozambique
Areas with rapidly increasing population and agriculture	Asia	288 million people 75 million m <sup>3</sup>	India, Nepal, Pakistan
	Latin America	143 million people 36 million m <sup>3</sup>	Brazil, Colombia, Peru, Cuba, Dominican Republic, Guatemala, Mexico, Trinidad and Tobago
Densely populated lowlands	Asia	412 million people 120 million m <sup>3</sup>	Bangladesh, India, Sri Lanka, Thailand, Indonesia (Java), Philippines, Vietnam
	Latin America	9 million people 6 million m <sup>3</sup>	El Salvador, Haiti, Jamaica
	Total	983 million people 303 million m <sup>3</sup>	37 countries
Prospective Deficit <sup>c</sup>	Africa	(in year 2000: 175 million people facing a 40 million m <sup>3</sup> deficit)	Ghana, Ivory Coast, Central African Republic, Angola, Zimbabwe, Guinea-Bissau
	Asia	(in year 2000: 239 million people facing a 50 million m <sup>3</sup> deficit)	Burma, India, Indonesia, Philippines, Vietnam
	Latin America	(in year 2000: 50 million people facing substantial degradation of fuelwood supplies)	Ecuador, Paraguay, Uruguay, Venezuela
	Total	464 million people	15 countries
Surplus Potential for Wood-Based Energy	Africa	Surplus potential 50 million m <sup>3</sup>	Cameroon, Congo, Equatorial Guinea, Angola, Zaire, Central African Republic
	Asia	Surplus potential 200 million m <sup>3</sup>	Bhutan, Laos, Democratic Kampuchea, Indonesia (except Java)
	Latin America	Surplus potential 200 million m <sup>3</sup>	Amazon Basin

Notes:

- Acute scarcity: available supplies of fuelwood are insufficient to meet minimum requirements, even with overcutting.
- Deficit: fuelwood supplies are being consumed faster than they are replenished by natural regeneration and forest growth.
- Prospective deficit: fuelwood supplies will be in a deficit situation by the year 2000, if present trends continue.
- Data not available for China.

Source: Adapted from U.N. Food and Agriculture Organization (FAO), "Fuelwood and Energy" Priority Action Program in Tropical Forestry (FAO Forestry Department, draft working paper, Rome, 1985).

表 3 - 9 世界の林産物主要輸出入国 (1983 年)

(million of U.S. dollars)

Country	Exports (1983)	Imports (1983)	Net Trade
Canada	10,240	841	9,399
Sweden	4,713	433	4,280
Finland	4,161	305	3,856
Malaysia	2,175	213	1,962
USSR	2,557	965	1,592
Indonesia	976	209	767
Brazil	823	150	673
Austria	128	563	-435
Belgium-Luxembourg	851	1,353	-502
China	519	1,565	-1,046
France	1,263	2,532	-1,269
Netherlands	428	2,038	-1,610
Italy	519	2,914	-2,395
Germany, Federal Republic of	2,227	4,881	-2,654
United States	5,651	8,986	-3,335
United Kingdom	586	5,163	-4,577
Japan	734	6,064	-5,330

Source: U.N. Food and Agriculture Organization (FAO), 1985, Reference 41, pp. 333-355.

## 4. 水産業開発と環境問題

4-1 水産業開発の変遷

4-2 水産業開発等と水族環境への影響



#### 4-1 水産業開発の変遷

##### (1) 漁業

世界の漁業の総漁獲量は、1950年の2,000万トンから、毎年6-7%の割合で増加し、1969年には6,500万トンに達した。しかし、1970年以降、次第に資源が枯渇し、年間増加率は、1%までに落ちた(表4-1)。

現在、枯渇している漁場の生産力が回復し、未使用の漁業資源が利用されるようになっても、漁獲量は徐々にしか増加せず、現在の8,000万トン強から、1億トン程度になるだけであろうとFAOは試算している。

漁業資源は、乱開発、汚染、陸地の開発の影響を受けている。大陸棚に生棲する魚貝類は、世界の総漁獲の95%を占めているが、これらのお大半が乱獲されている。今後見込まれている漁獲高の増加は、さらに深海へと新たな魚種を求めるか、水産養殖の発展に依存しなければならない。

また、伝統的な漁業や小規模な漁業は、いまま世界のいたる所で漁業活動の基盤となっている。このような伝統的漁業は、開発途上国の住民にとっては動物性蛋白質の供給源として重要な役割を果たしている(表4-2)。

伝統的漁業を営む漁民の漁法も新しい漁船や漁具の採用に対して敏感である。漁場や漁民を保護しながら大量の漁獲高を確保するための漁業管理が、水産開発における今日の世界的問題となっている。

##### (2) 水産養殖

養殖による水揚げ高は、年々増加し、今や世界の漁獲高の約10%を占めるまでになっている。養殖は個人、家族、共同管理または法人組織など様々な規模で実施でき、雇用の促進が得られる。

また、食糧(蛋白質)の安定供給にとっても重要である。

#### 4-2 水産業開発等と水族環境への影響

人口の増大に伴い、需要が増加する水産物の漁獲や生産を保障するためには、持続可能な水産業開発が必要である。このためには開発行為が水族環境の劣化・破壊をもたらさないことが必要である。

##### (1) 水産業開発と水族環境

漁業では非効率な漁獲努力や、無駄の多い漁獲物処理を行う漁法が増大すると、漁業資源に大きな圧力をかけ、今まで継続的に漁獲してきた種の乱獲につながる。

乱獲は資源量の減少をもたらすだけではなく、水族環境の劣化やほかの生産種の侵入によって多くの種が絶滅の危険にさらされる。

養殖では飼料の大量投与による自家汚染や抗生物質の多用などが水産資源涵養地帯の劣化をもたらす(図4-1)。

水産業の開発が水棲生物の環境に与える影響例について表4-3に示す。

(2) その他の開発行為と水族環境

水産業の開発で管理を複雑にしているのは、鉱工業や農業開発などによる廃棄物の影響が判明しても、水産業関係者のみで水産資源の維持管理ができないことである。例えば、石炭燃焼を奨励する政府のエネルギー政策が湖沼や河川を酸性化させる酸性雨をもたらし、水産資源の劣化のおそれがある。また、工業廃水や農業などの海洋・内水面への汚染も水産資源へ直接に影響するが、その結果は耐病性の低下などの形で現れる。そのため水棲生物の環境への影響を特定するのは容易でない。

開発による水族環境の破壊は、水産資源にとって重要な問題である。開発行為が水棲生物の環境に与える影響例を表4-4に示す。

表 4-1 世界の魚獲量  
(Annual Fisheries Catches, 1950~84)

	1950-54 <sup>a</sup>	1955-59	1960-64	1965-69	1970-74	1975-79	1980	1981	1982	1983	1984
North Atlantic	9.2	10.2	11.2	14.3	15.3	15.5	14.7	14.5	13.6	13.9	13.9
Central Atlantic	2.0	2.3	3.1	3.9	5.9	6.4	6.9	6.8	7.2	7.2	7.2
South Atlantic	0.9	1.2	1.9	3.5	3.7	3.9	3.9	4.0	4.3	4.3	4.0
North Pacific	2.8	3.5	4.7	13.2	17.9	20.0	20.7	21.9	22.6	23.6	26.4
Central Pacific <sup>b</sup>	5.1	7.7	10.2	4.0	6.1	7.1	7.9	8.5	8.2	7.8	8.5
South Pacific	0.3	1.2	7.2	13.3	8.2	5.7	6.6	7.2	8.3	6.7	8.7
Indian Ocean	1.2	1.4	1.7	2.6	2.8	3.3	3.6	3.6	3.7	4.0	4.3
Antarctic	X	X	X	X	0.1	0.3	0.6	0.6	0.7	0.4	X
Total Marine	21.6	27.7	40.0	51.6	60.0	63.7	64.4	66.7	68.1	67.7	73.1
Inland	3.1	4.5	6.2	7.9	7.9	7.4	7.6	8.1	8.5	9.1	9.7
World Total	24.7	32.2	46.2	59.5	67.9	72.1	72.0	74.9	76.6	76.8	82.8

X = not available.

Notes:

a. Data for 1950-79 are five-year averages.

b. The division between Central Pacific and North Pacific was shifted northward after 1965.

Source: United Nations Food and Agriculture Organization (FAO), *Yearbook of Fishery Statistics: Catches and Landings* (FAO, Rome, relevant years).

表 4-2 蛋白質源としての魚の重要性  
 (Importance of Fish as a Source of Protein Supply for  
 Selected Countries, mid-1970s)

Country	Fish as Percentage of Total Animal Protein Supply 1974-76	Fish as Percentage of Total Protein Supply 1974-76	Per Capital Fish Consumption (kilograms per year)
Bangladesh	58.9	7.9	10.8
Burma	55.3	7.5	13.6
Hong Kong	31.2	18.1	50.5
India	22.4	2.3	3.4
Indonesia	63.6	8.3	10.4
Kampuchea	47.8	8.4	9.9
Malaysia	47.3	17.0	34.7
Pakistan	1.9	0.5	1.4
Philippines	58.2	22.6	33.1
Singapore	31.6	15.2	42.4
Sri Lanka	54.7	8.4	10.9
Thailand	52.8	13.2	22.6
Viet Nam	56.3	14.0	21.8

Source: B. Darus, "The Management of South East Asian Small-Scale Fisheries and the Example of the Bubun coastal Village Development Project, North Sumatra Province, Indonesia," in *The Traditional Knowledge and Management of Coastal Systems in Asia and the Pacific*, K. Ruddle and R.E. Johannes, eds. (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, Jakarta Pusat, Indonesia, 1983), p. 211.

図4-1 水産業開発と環境問題

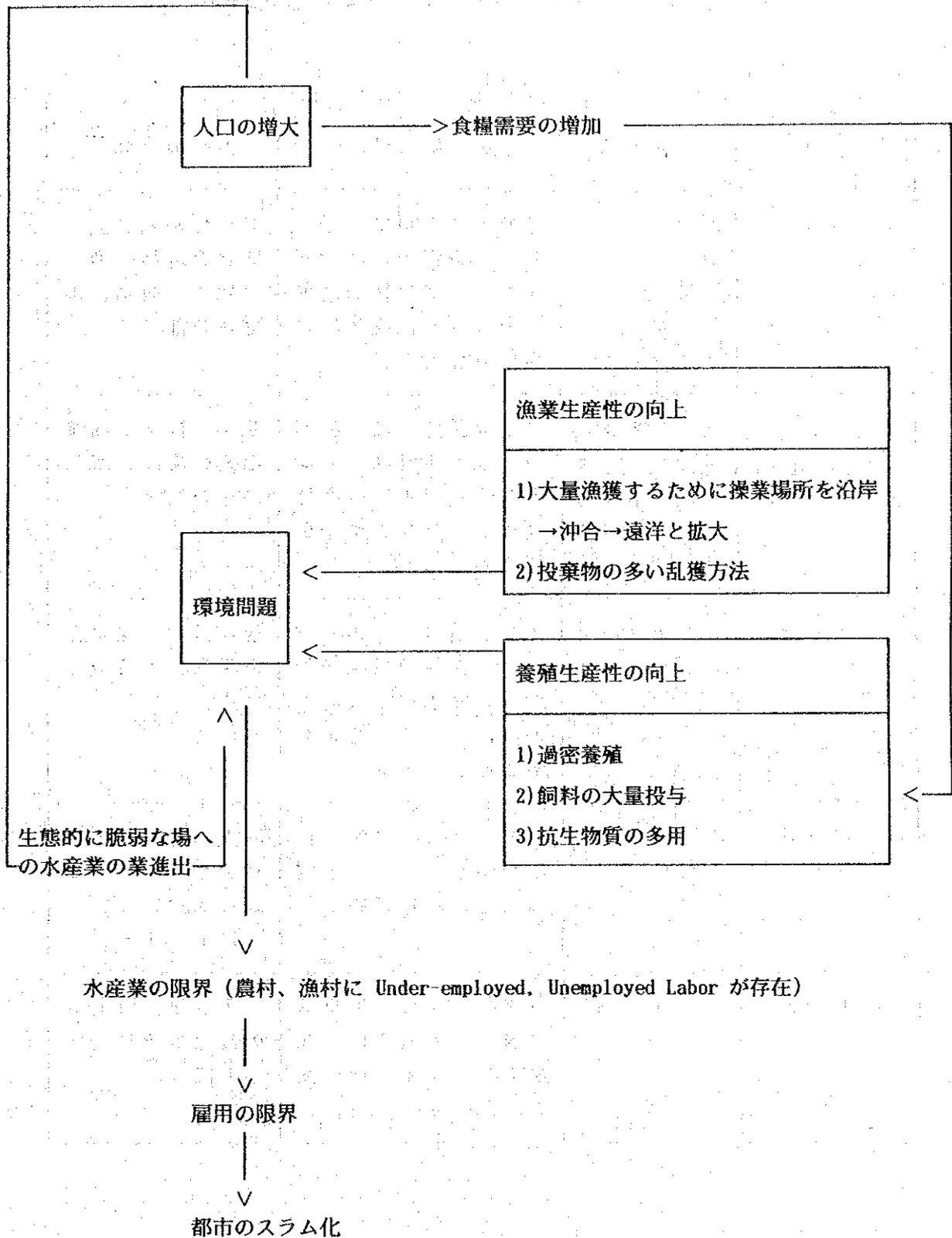


表 4-3 水産業開発が水棲生物の環境に与える影響例

開発行為	影響地域	影響例	対策例
1. 水産業	海洋 沿岸 河口 内水面	漁業の圧力が增大すると、生物資源に圧力がかかり、対象種の乱獲につながり、漁獲高に影響を与える。	漁業の操業範囲と期間の規制、漁具に対する規制、漁獲量の割当て。
2. 水産業	サンゴ礁域	サンゴ採集、商業漁業が、浅海生態系で生産性の高く、生物の多様性のあるサンゴ礁を破壊する。	サンゴ採集、商業漁業の規制、漁具漁法の規制。
3. 水産業	マングローブ林域	エビ養殖のためのマングローブ林の伐採が沿岸域の滞水化と表層土の流出により生態系の破壊をおこす。	現存植生の保全と帯状森林の育成の推進。
4. 水産業	沿岸、河口 内水面	養殖のための投餌が自家汚染をおこし、生物の棲息環境に影響を与える。	海底の沈殿物を取り除く。エサが海底に沈殿しないように工夫する。
5. 水産業	内水面	外来種を新しい生息地に導入する場合は、在来の魚類相または生態系に影響を与える。	導入試験、導入後の資源量及び生態系の調査。

表 4-4 開発行為が水棲生物の環境に与える影響

開発行為	影響地域	影響例	対策例
1. 鉱工業	海洋 沿岸、河口 内水面	鉱物の精練所からの工業排水が、水棲生物の生息に必要な環境を悪化する。	廃水処理、排水方法の改良
2. 鉱工業	海洋 沿岸、河口 内水面	工業排水に含まれる汚染物質中には、水棲生物に対して直接毒性を持つものがある。	廃水処理、排水方法の改良
3. 鉱工業	海洋 沿岸、河口 内水面	温排水、工業廃棄物が漁業に影響を与える。	排水方法、廃棄物の適正処理
4. 鉱山開発	沿岸、河口	鉱物の採掘による森林伐採、広域の裸地を掘り出した土砂の流入が生態系を破壊する。	裸地の保全、くず鉱のリサイクル
5. ダム開発	内水面	ダムの構築は、水棲生物の移動を妨げる。特に産卵のために回遊する魚類には影響が大。	魚がダムを越え上流に移動できる魚道の設置。
6. 水資源開発	内水面	水質の悪化、水位の低下による漁獲量の減少	水質保全、水量調整
7. インフラ開発	沿岸、河口 サンゴ礁域	干拓、埋立て、港湾整備などが水棲生物の生息環境を悪化する。	加圧外・サト選定の検討。汚染物質が溜るような停滞水域の防止。
8. 都市開発	海洋、沿岸 河口、内水面	窒素、リン等による栄養塩類による富栄養化は水棲生物の生息環境を悪化する。	下水処理、排水方法の改良

<次のページに続く>

開発行為	影響地域	影響例	対策例
9. 農業・林業	河口 内水面	森林の伐採や収奪的な農業が土壌の侵食をきたし、生物環境を悪化する。特に河口地域の土砂堆積が問題となる。	自然林の拡張、保護林の設定、植林活動の推進。
10. 農業・林業	内水面	森林の伐採や農業取水は、地下水位を低下させ、乾季の河川の流量を減少させる。また、河川や湖沼の水位の変動により魚類の産卵場が悪化する。	自然林の拡張、保護林の設定、植林活動の推進、水量調整。
11. 農業	内水面	かんがいが進むと、水温、塩分が上昇し、溶存酸素量が減り、生物の棲息に影響を与える。	元々の水系が持っていた脆弱な生物種を支える生態系の保護。
12. 農業	内水面	農業使用の増加は、河川、貯水地、湖沼を汚染し、生物環境を悪化する。	農業の影響を最小限にする適正使用・管理
13. 農業	内水面	過剰な肥料の使用は、富栄養化をおこし、溶存酸素量が減り、生物の棲息環境に影響を与える。	肥料の影響を最小限にする適正使用。
14. 林業	マングローブ林域	薪炭等としての急激な伐採が、再生不可能までの生態系破壊となり、生物の産卵場、稚魚の成育場としてのマングローブ林が失われる。	マングローブ林の生態調査と保護計画の推進。

## 5. 鉍工業・エネルギー開発と環境問題

5-1 背景

5-2 鉍工業・エネルギー開発と環境問題

5-3 環境問題の要因と克服課題



## 5-1 背景

### (1) 開発途上国の工業化と鉱工業・エネルギー開発パターン

開発途上国の工業化は第二次世界大戦以後急速に進められた。1980年までの間、工業国における製造業の平均年間成長率が5%であったのに対し、途上国のそれは7%であった（Cody J. et al., 1980）。さらに工業化を促進するためには、大量の工業原材料、ならびに動力を必要とするため、この間、途上国各地で鉱物・エネルギー資源の開発が行われた。

工業化は、国の経済成長と国民の生活水準向上のための重要な手段である。このことに関しては、通常、次のような説明がなされている。工業化は資本集約的な生産方法の導入と規模の経済性の効果によって、工業部門の労働生産性を高めるのみならず、農業部門から過剰労働力を吸収することによって、農業における労働生産性を向上させる傾向をもつ。これは農工業における産出高の拡大と一人当たりの国民所得の上昇につながる（辻村 1986）。

このように経済成長と密接な関係をもつ工業化は、今日の途上国においても、様々なレベルで図られている。工業化のレベルは国の政策、企業家の有無、資源の賦存度、市場規模等によって異なる。例えば新興工業経済地域（NIES）のように工業化を国の経済発展の中心的な手段として掲げ、国の経済開発を進めている国もあれば、農業の発展に基礎をおきながらバランス良く工業化を図ろうとしている国もある。これらの国を工業化のレベルで分類する一つの方法として全商品生産付加価値に対する製造業部門の付加価値の割合を使用することがあり、これにより工業国（60%以上）、準工業国（40~60%）、工業化しつつある国（20~40%）、非工業国（20%未満）の四つに分類される（表5-1、2、3、4を参照 Cody J. et al., 1980）。開発途上国の工業化に伴う環境問題を論じる場合、背景として、その国の政策ならびに工業化のレベルを認識しておくことは基本的に重要である。

さらに途上国の鉱工業・エネルギー開発と環境の現状を把握する場合に、途上国における鉱業・エネルギー開発のパターンあるいは歴史の変遷をとらえることも必要である。

まず、途上国の鉱業開発ならびにエネルギー開発の歴史をみると、これらの開発は、必ずしも第二次大戦以降、途上国自らの手で進められてきたわけではないことがわかる。その典型的な例は、以下のような開発のパターンにみることができる。

#### 1) 植民地開発型

アフリカの、かつてヨーロッパの植民地であった国では、宗主国あるいは、その他の欧米列強国の工業化に必要な原材料つまり鉱物資源を供給するために鉱山開発が進められた。例えばベルギー資本によるザイール銅鉱山、アメリカ資本によるザンビアの銅鉱山等（M. タンザー 1980）。

## 2) 国際資本・多国籍企業開発型

チリ、ペルーの銅鉱山あるいは中近東の産油国は、アメリカを中心とする欧米の国際資本・多国籍企業によって開発され、1960~70年代の国有化によって今日に至っている。例えばケネコット、アナコンダ、フェルプス・ドッジ等産銅会社、エクソン、テキサス、ロイヤル・ダッチ・シェル等、ビッグ・セブン石油会社 (M. タンザー 1980)。

## 3) 開発輸入型

アジア、中南米の鉱物資源に恵まれた国では、資源に乏しい日本が安定的に資源の輸入を確保するため開発輸入方式により資源開発を促進した。例えばマレーシア：マムートの銅、フィリピン：リオ・チバのニッケル (資源エネルギー庁 1987)。

一方、途上国の工業開発は、ほとんどの場合、独立以降、植民地時代に築かれたモノカルチユア経済構造を初期条件として出発せざるをえなかった。つまり植民地本国による一次産品需要があって、はじめて存立し得る非自立的な経済構造にあるうえに、工業製品のほとんどは植民地本国からの輸入に依存しなくてはならなかったということである。しかし、途上国の一次産品が輸出数量が伸びをみせず、価格も低迷する一方で、輸入する工業製品の価格が上昇するといった途上国の交易条件の悪化傾向が続いたため、途上国は新たな工業化の方途について模索していた。そういう状況の中で、次のような二つの工業化戦略が生まれてきた (渡辺 1986)。

## 4) 輸入代替工業化

これは、大半の途上国によって採用された戦略であり、保護政策をとることによって、自国市場から隔離し、保護された国内市場の中で「内向き」の工業化を試みたものであった。この戦略によって途上国の工業化は大幅に進められたが、市場規模が小さい、貿易収支の赤字増、雇用吸収力が小さい、といった問題が指摘された。第三の問題点については、途上国において輸入代替を行う主体それ自身が、先進国大企業の子会社であることが多かったという事実と関係している。つまり、途上国における輸入代替過程は先進国親企業の技術的影響を強く受けて、資本集約的傾向を強めるとともに雇用吸収力を小さいものとせざるをえなかった (渡辺 1986)。

## 5) 輸出志向工業化

近年の台湾・韓国に代表される N I E S 及び一部の東南アジア諸国では、輸入代替工業化への反省から市場を自由化し、保護過程で進んだ資源配分のゆがみを是正したうえで労働集約的工業製品の輸出を促進しようとする輸出志向工業化戦略がとられている。これは、輸入代替工業化のような理論的に整備された戦略というよりも、アジア N I E S によって体験された事実であり、この事実の理論化は将来に残されている (渡辺 1986)。

今日、この戦略は、最近のタイ及びその他の A S E A N 諸国にみられるように、円高により国際競争力を失った日本企業の途上国進出を積極的に受け入れるといった新しい状況をつくり出している。

## (2) 工業社会と生態系（堀江 1979）

鉱工業・エネルギー開発と環境破壊の問題に関連して、工業社会と生態系の関係をみておく必要がある。図5-1は、生態系と工業社会におけるエネルギーの流れと物質代謝を比較し、その違いを示している。

自然の生態系では、植物の光合成に対する植動物の食物連鎖のプロセスにおける呼吸作用あるいは枯葉・枯木・排泄物・死体等、有機物質の微生物分解作用によって、生物体の一番重要な構成要素である炭素の流れが循環的であり、大気中の炭酸ガス含有量はほぼ一定である。そして、地球全体の熱の流入と宇宙空間への放出は、ほぼ均衡を保っている。

一方、現代の工業社会は科学・技術の急速な発展によって、いろいろな面で自然のバランスを破壊するようになっている。工業社会は、化石エネルギーと天然資源を投入し、通過物を使って生産・消費活動を行い、廃棄物を放出する。これは、生態系の物質代謝と違って、循環的でなく、一方的な流れであるため、資源枯渇、大気、土壌、水中の汚染による環境破壊を起こす可能性がある。さらに、エネルギーの流れにおいては、過去に蓄積された間接の太陽エネルギーを大量に熱として放散させるため、気象の人為的变化を生じさせるおそれがあるとともに、熱拡散の過程で発生した炭酸ガスが地球の温室効果によって世界の気温上昇をもたらす可能性がある。

このように、工業社会における生産・消費活動自体が生態系のバランスを崩し、環境の悪化を進めるといった傾向をもっており、鉱工業・エネルギー開発と環境問題は、このような特徴を踏まえたうえで議論される必要がある。

## 5-2 鉱工業・エネルギー開発と環境問題

### (1) 鉱工業・エネルギー開発型

#### 1) 大気汚染

開発途上国の中でも新興工業経済地域（NIES）のように近年、急速に工業化を進めてきた国において、工業地帯での大気汚染が深刻化している（桜井）。この際の大きな原因は、火力発電所あるいは工場等で熱源として使われている石炭や硫黄分の高い石油の燃焼によって発生する硫黄酸化物（SO<sub>x</sub>）、窒素酸化物（NO<sub>x</sub>）、ばいじん等の汚染物である。これらの汚染物は人体の呼吸器系に悪影響を及ぼし、せき、気管支炎、ぜんそく等の病気を誘発すると同時に、場所によっては酸性雨となって森林、土壌を侵し、湖沼の魚類や植物を殺すこともある。

このような汚染物は、各種除去装置の設置、燃焼方式の改良、さらには硫黄分の少ない燃料を使う等の方法でかなり抑制できるが、それだけコスト高になるため、開発途上国では必ずしも十分に採用されているとはいえない。さらに汚染対策のための法令、基準等の各種制度については、かなりの国において、程度の差こそあれ整備されているものの、その施行は必ずしも十分行われていない（環境庁 1987）。

(事例1)

メキシコ市は、海拔2,000m、周囲を4,000m-5,000mの山々に囲まれた盆地の中にあるが、約280万台の自動車と35,000の工場があり、大気汚染が大きな問題となっている。汚染物質は、自動車から排出される窒素酸化物( $\text{NO}_x$ )、一酸化炭素( $\text{CO}$ )、炭化水素( $\text{HC}$ )に加えて、工場から排出される二酸化硫黄( $\text{SO}_2$ )、浮遊粒子物質( $\text{SP}$ )が主なものである。

環境対策として、固定発生源である工場については、「ばいじんと煙」の規制は1974-1976年に実行された。また、 $\text{SO}_x$ 対策としては、法的規制はないものの、政府の指導でS分1%の低S燃料や天然ガスへの転換を図りつつある(国際協力事業団 研修事業部 1988)。

(事例2)

中国でも、多くの大都市で、工場の熱源等に用いられる石炭の燃焼に伴う硫酸化物、窒素酸化物、ばいじん等による大気汚染が進んでおり、揚子江以南を中心として高濃度硫酸分を含有する石炭の燃焼による酸性雨が発生している(表5-5参照)。また、蘭州(甘粛省)等、内陸の盆地に位置する工業都市では、石油化学コンビナート型汚染もあり、冬期のスモッグに加え、紫外線の強い夏期には $\text{NO}_x$ と $\text{HC}$ によって二次汚染物質の光化学オキシダントを生成、光化学スモッグを発生することもあると報告されている(菱田)。

2) 水質汚染

都市化現象がみられるアジアの国では、人々の大都市集中に伴い、生活廃水の急増による河川や海の水質汚染が進行しているが、さらに大都市周辺に立地している工場地帯から排出される重金属、有機性物質、その他の廃棄物は、それを深刻なものにしている。

水銀、カドミウムに代表される重金属は毒性が強く、水俣病、イタイイタイ病は、それによる被害の代表的な例である。また、工場の廃液に含まれる有機性物質は、水中の酸素を奪うため魚に有害であり、硫化水素、メタン等の有害ガスを発生させたり、ヘドロの原因にもなる。

水質汚濁の防止対策としての廃水処理は、物理的方法、化学的方法、生物化学方法に分類されており、実際的には、これらの組合せによる処理方式がとられるのが普通である(木宮 1974)。

開発途上国においては、次第に法的規制が整備されてきてはいるものの、十分な成果はいまだ上がっていないようである。

(事例3)

タイのバンコク市を流れるチャオプラヤ川は全長1,200mで、タイ最大の河川であるが、上流での農村からの農業を含む農業廃水、バンコク住民からの生活廃水さらにタイ最大の工業地帯であるサムットプラカン地区からの工業廃水によって著しく汚染されている。1978年 Menasvetaらの調査によれば、川水中の重金属では銅、亜鉛、鉛、カドミウムが都市部、工業地帯の順で、かなり高くなっており、水銀は工業地帯で最高値を示した(図5-2参照 原田)。

タイ政府は、1975年に環境庁(ONEB)を新設し、水質基準を設定するとともに、工場廃水についても排出基準を設け規制している。しかし有機性汚濁負荷の削減にはある程度成功しているものの、重金属等有害物質は実質的に野放し状態である(環境庁 1987)。

(事例4)

ジャカルタ市には、約2,000の工場があるといわれ、これらの廃水が17の川を通じてジャカルタ湾を汚染している。ジャカルタ湾内14カ所から採取した海水から、かなり高い数値で水銀、鉛、カドミウムが検出された。

ジャカルタ湾岸の工場のうち、75の比較的大きな工場で調査したNGOのデータによれば、金属、電池、塗料、化学、自動車等の多くの工場廃水の中から鉛、亜鉛、ニッケル、カドミウム、クロム、ヒ素、水銀等が検出された(図5-3、表5-6参照 原田)。

インドネシア政府は1974年、水資源開発法において、水質管理について包括的に規定しているが、実行面について、今後の課題となっている(環境庁 1987)。

### 3) 産業廃棄物

上記で例示されたような国では、工場から運び出された金属くず、ガラスくず、廃プラスチック、あるいは廃液、廃油等、産業廃棄物が様々な問題を引き起こしている。例えば熱帯地方にしばしば起きる豪雨は、廃棄物を埋立地の土壤に侵出させたり、溢出・流出させる場合がある。廃棄物の前処理がほとんどなされていないため、こうしたことが起こると、上水道を汚染したり、地域住民が直接廃棄物にさらされたりする危険性がある(環境と開発に関する世界委員会)。

こういう廃棄物の処分には、焼却・各種処理を経て、埋立処分としたり、また、再利用(リサイクリング)したりする方法がある(木宮 1974)。

しかし、開発途上国においては、廃棄物処理に関する法律すら十分に整備されていない国が

多いため、これによる公害の実態は、よく知られていない。

その他、最近の特徴的な問題としては、医療用機材の廃棄物処分に伴い事故につながった放射性廃棄物の処理の問題がある。

(事例5)

タイでは産業廃棄物について法的規制がないため、一般廃棄物として処分されたり、工場内に放置されている。汚染の実態もほとんど不明である(環境庁 1987)。

(事例6)

インドネシアにおける産業廃棄物は、工業化に伴い急速に増大している。政府としても民間との協力のもとで、その処理場の建設について検討するなどしているが、現在のところ、その処理は、ほとんどなされておらず、深刻な問題となりつつある(環境庁 1987)。

(事例7)

中国では、毎年排出される産業廃棄物は4億トンもあるが、総合利用度は少ない。石炭燃焼に伴う燃焼灰も10億トン以上になっており、一つの山を形成、大量の土地を使用し、無造作に捨てられることによって、雨や風により流失、飛散し、河川や環境に影響を与えている(菱田)。

(事例8)

シンガポールの場合、工場等で発生する産業廃棄物について、その処理につき企業に責任を持たせ、特に毒性のあるものは、場内でのリサイクルを指導している(環境庁 1987)。

(事例9)

ブラジルのゴイアス市では、病院に設置された放射線治療用機械がくず鉄業者の手に渡り、放射性同位元素セシウム137の拡散事故で死亡、健康影響が発生した(国際協力事業団研修事業部 1988)。

#### 4) 農村でみられる環境問題(森林破壊等)

上記の大気汚染、水質汚染、廃棄物は主に開発途上国の都市でみられる問題である。一方、農村でみられる環境問題の一つとして、エネルギー源としての薪、木炭、ふん、作物残滓等の過剰消費による森林破壊、沙漠化、土壌劣化の問題がある。

開発途上国の人々の70%が燃料として、つまり料理、住居の暖房、照明のために木材を使用しており、それが再生し得る以上の速さで伐採、収集されている。森林破壊の問題は、燃料木材の伐採だけでなく、建築用木材としての伐採あるいは農林地拡大のための森林伐採等によって引き起こされているが、とりわけ西アフリカ、サハラ周辺の国やネパールといった国では深

刻な問題になっている。

燃料木材が不足している場合、それまで木材を燃料として使用していても、農村の人々は牛ふん、作物の茎や外皮、雑草などを燃料として燃やさざるをえなくなる。これ自体は問題ないが、ふんや、ある特定の作物残滓の燃料は、土壌から必要な栄養塩を奪うことになる。

以上の問題に対しては植林、燃料効率の良いストーブの開発、あるいは水力、太陽エネルギー、風力といった再生可能エネルギー開発等の試みがなされている（環境と開発に関する世界委員会）。

#### 5) 水力発電ダム建設に伴う環境問題（生態系破壊等）

再生可能エネルギーの中でも古くから開発利用されている水力発電において、最近ダム建設による環境の問題が問われている。

まず、ダムによって貯水池となる部分では、ここで農業を営んでいた住民の土地、農地を水没させることになるため、住民の移転、補償の支払い等の問題がある。ダム建設により移動を強いられる住民の数が多くなれば、政治問題にも発展しかねない。

また、貯水池が大規模になると、大量の水の蒸発から大気の質に変化を生じたり、また、下流地域の流水に大きな変化をもたらし、農業、漁業その他の利水事業に影響を及ぼすことがある。

さらにダム周辺の森林は、貯水池内の伐採、清掃、湛水により一部変化するであろう。そしてプロジェクトに起因する環境の変化は、森林の生態系や淡水の生態系内の自然の植生や動物の数を一時的に減少させるかもしれない。

結果的には、計画貯水池域内の移住も含め、河川流域の社会経済に影響する（国際協力事業団 1988）。

#### （事例10）

ブラジル東部アマゾンの「大カラジャス開発計画」の一環として1975年に建設着工したツクルイ・ダムでは水中に没する膨大な量の樹木が問題となっている。水深の浅いところでは、腐敗した水は水温の高いこともあり、比較的短い時間で分解すると考えられるが、ダムのすぐ背後や元の川底など深い部分に沈んだ樹木は、腐敗の際に大量の酸素を消費して嫌気状態となり、硫化水素、メタンガス、水素を発生させるおそれがある。工事現場では、すでに流れの一部がせき止められて、水が澱んでいるが、腐った樹木がどろどろに溶けて悪臭を放っている（石 1985）。

#### (2) 鉱業開発型

ペルー、ボリヴィア、チリ等の中南米の国では、鉱業が国の基幹産業である場合が多いが、

このような国では、鉱業活動の各段階（採鉱、選鉱、製錬）における大気汚染、水質汚濁等の鉱害が社会的問題になりつつある。露天掘り採掘現場あるいは採石場から発生する粉じん、あるいは製錬所から漏洩する二酸化硫黄（ $SO_2$ ）、ヒ素（ $As$ ）といった有害ガスは、大気を汚染し、周辺地域の森林、農作物に被害を及ぼすことがしばしばある。また、坑内、選鉱場、製錬所からの廃水、廃滓ダムからの漏水は、しばしば重金属、有機物を含んでおり、河川に流れ出ることによって動・植物、下流域で生産される農作物等に影響を与えている（国際協力事業団 1986）。

鉱害防止対策は、途上国においても大気、水等について様々なレベルで行われているが、中小鉱山では、必ずしも、そのための組織・管理体制が整っていない。図5-4は鉱山おける廃滓、排水系の理想的フローを示したものである。

（事例11）

ペルーの首都リマ市の市民の3分の2が、その水源として頼るリマック川の流域には20を超える鉱山があり、家庭の飲料水からは高濃度の鉛が検出されたことがある。そのため、リマック川だけでは急膨張するリマ市の水源としては不十分であるとして、アンデス山脈をトンネルで貫いて通水され、リマック川に落とされることになっているマンタロ川の流域には、これまた多くの鉱山がある。したがって、この水も各種の重金属で汚染されていると思われるにもかかわらず、鉱業が国の基幹産業であること、環境行政側の予算・人材があまりにも脆弱のゆえ、その汚染実態の把握は、ほとんどなされていない（桜井）。

（事例12）

チリの銅・銀の採掘地域では、鉱山のまわりの広大な土地の森林が失われるということが起こった。材木が鉱山施設や住居または杭木、燃料に使われ、さらに道路が整備されたために、以前には手に入らなかった森林資源が利用されるようになったためである。

ブラジル、アルゼンチン、マレーシア、インドネシアなどの諸国では、鉱石の精錬、精製に現在でも木炭を利用しているが、木炭の大量生産、消費による森林資源の減少も進んでいる。ブラジルのミナス・ジェライス州では、大量の木炭が鉛、鉄の精錬のために用いられており、堅木の疎林は急速に消滅している（逸見ら 1981）。

### 5-3 環境問題の要因と克服課題

環境問題は、開発との関係においてみれば、大きく次の三つに分類される（木宮 1974）。

(1) 開発そのものを必要とする環境問題

過疎・貧困からくる栄養不良、劣悪な住居、自然災害、レクリエーション、

文盲など

(2) 開発の規制を要する環境問題

都市化・過密化による生活環境の悪化等

(3) 開発の結果生ずる環境問題

天然資源や社会資源の乱費等

鉱工業・エネルギーの開発に伴う環境問題は、この中で(2)、(3)に該当すると考えられるが、この分野の開発行為、つまり原料資源から製品あるいはエネルギーをつくり出す生産活動は、開発途上国の人々が、自国のより高い経済成長と自分たちの生活水準の向上を希求する限りにおいて、尊重しなければならない。

そして、この鉱工業・エネルギー分野における生産活動自体、必然的に廃気、廃水等の廃物あるいは廃熱を発生させることは明らかであり、これらの廃物等の処理について、工業化の先輩格である先進工業国では研究開発が進められ、技術的にはかなり解決されているという状況は認識しておく必要がある。

そのうえで開発途上国における鉱工業・エネルギーの開発による環境汚染の問題を考えてみる。まず環境問題に利害関係をもつ団体として国（政府）、事業体（国あるいは外国企業である場合もある）、住民の三つの団体をとり上げ、各団体レベルで考え得る環境汚染の要因を示すと図5-5のとおりである。それぞれ環境汚染が発生した場合に考えられる直接的原因あるいは、その汚染が存続したまま改善されない原因をとり上げた。そして、それぞれの直接的要因がどうして起こるのか、あるいは現実として存続せざるをえないのか、という間接的要因を背景として示した。

このモデルを参考として先の事例と比較しながら、途上国の鉱工業・エネルギー開発における環境問題の克服課題は、次の三つにまとめられる。

- (1) 途上国における適切な産業政策ならびに環境政策・モニタリングシステム整備の遅れ。
- (2) 途上国で適用可能な公害防止技術・システム（廃物等のリサイクルを含む）整備の遅れ。
- (3) モニタリングシステム、公害防止技術システム普及に必要な資金の不足。

引用・参考文献

- (1) Cody J. et al. (1980) : Policies For Industrial Progress in Developing Countries.
- (2) 辻村江太郎 (1986) : 消費構造と物価.
- (3) M・タンザー (1980) : 資源戦争.
- (4) 資源エネルギー庁 (1987) : 鉱業便覧.
- (5) 渡辺利夫 (1986) : 開発経済学.
- (6) 堀江忠男 (1979) : 世界経済の歴史・理論・展望.
- (7) 桜井国俊 : 中南米諸国における環境問題.
- (8) 環境庁 (1987) : 地球的規模の環境問題に関する懇談会.
- (9) 国際協力事業団研修事業部 (1988) : 昭和62年度帰国研修員  
フォローアップチーム報告書-公開技術セミナー(環境衛生).
- (10) 菱田一雄 : 中国の環境問題の現状.
- (11) 木宮高彦 (1974) : 公害概論.
- (12) 原田正純 : アジアにおける環境問題.
- (13) 環境と開発に関する世界委員会 : 世界の未来を守るために.
- (14) 国際協力事業団 (1988) : タイ王国ナムマアム川水力発電総合開発計画  
事前調査報告書.
- (15) 石弘之 (1985) : 触まれる森林.
- (16) 国際協力事業団 (1986) : チリ共和国鉱山公害防止技術協力事業  
事前調査団報告書.
- (17) 逸見謙之ら (1981) : 西暦2000年の地球と環境編.

表 5 - 1 工業化のレベル：工業国（1976年）  
(Industrialization Indicators, 1976: Industrialized Countries)

Country	Population (millions)	GNP per capita (U.S. dollars)	GNP per capita growth 1960-75 (percents)	Value added in manufacturing				
				Total (millions U.S. dollars)	Per capita (U.S. dollars)	Growth 1960-76, in constant prices (percent)	Percentage of GDP	Percentage of value added in commodity production
Developed countries								
Europe								
Austria	7.52	5,330	4.3	12,826 <sup>a</sup>	1,706 <sup>a</sup>	3.7 <sup>b</sup>	31.6 <sup>a</sup>	64.2
Belgium	9.83	6,780	4.4	17,335 <sup>e</sup>	1,769 <sup>c</sup>	5.9 <sup>b</sup>	29.5 <sup>c</sup>	67.2 <sup>e</sup>
Bulgaria <sup>d</sup>	8.76	2,310	4.6	7,272 <sup>e</sup>	830 <sup>e</sup>	8.3 <sup>ef</sup>	35.9 <sup>e</sup>	53.9 <sup>e</sup>
Czechoslovakia <sup>d</sup>	14.92	3,840	2.7	24,590 <sup>e</sup>	1,648 <sup>e</sup>	3.8 <sup>bc</sup>	43.0 <sup>e</sup>	66.0 <sup>e</sup>
Denmark	5.07	7,450	3.5	9,855	1,944	4.5 <sup>b</sup>	25.6	61.7
Finland	4.73	5,620	4.5	7,488	1,583	6.3 <sup>b</sup>	26.6	54.4
France	52.92	6,550	4.2	95,217	1,799	4.3 <sup>bc</sup>	27.5	64.4
Germany (Dem. Rep.) <sup>d</sup>	16.79	4,220	3.2	30,626 <sup>e</sup>	1,823 <sup>e</sup>	3.6	43.2 <sup>e</sup>	69.9 <sup>e</sup>
Germany (Fed. Rep.)	62.00	7,380	3.5	165,846	2,675	4.6 <sup>b</sup>	37.2	72.4
Hungary <sup>d</sup>	10.60	2,280	3.1	8,184 <sup>e</sup>	772 <sup>e</sup>	4.3 <sup>e</sup>	33.9 <sup>e</sup>	53.0 <sup>e</sup>
Iceland	0.22	6,100	3.3	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Ireland	3.16	2,560	3.9	1,546 <sup>gh</sup>	500 <sup>gh</sup>	3.3 <sup>gh</sup>	29.7 <sup>gh</sup>	68.0 <sup>g</sup>
Italy	56.19	3,050	3.9	52,075 <sup>e</sup>	933 <sup>e</sup>	7.2 <sup>b</sup>	31.1 <sup>c</sup>	61.1 <sup>c</sup>
Luxembourg	0.36	6,460	2.6	792 <sup>e</sup>	2,212 <sup>e</sup>	n.a.	43.0 <sup>e</sup>	66.7 <sup>e</sup>
Netherlands	13.77	6,200	3.8	23,164 <sup>c</sup>	1,696 <sup>c</sup>	6.1 <sup>b</sup>	28.4 <sup>c</sup>	65.6 <sup>c</sup>
Norway	4.03	7,420	3.6	8,845 <sup>e</sup>	2,195 <sup>e</sup>	4.6 <sup>b</sup>	28.3 <sup>e</sup>	67.6 <sup>e</sup>
Poland <sup>d</sup>	34.34	2,860	4.0	37,282 <sup>e</sup>	1,086 <sup>e</sup>	6.9	38.0 <sup>e</sup>	57.4 <sup>e</sup>
Romania <sup>d</sup>	21.45	1,450	8.3	12,350 <sup>e</sup>	576 <sup>e</sup>	10.1 <sup>e</sup>	39.7 <sup>e</sup>	52.5 <sup>e</sup>
Sweden	8.22	8,670	3.1	20,025 <sup>c</sup>	2,442 <sup>c</sup>	4.8 <sup>b</sup>	29.0 <sup>c</sup>	67.8 <sup>c</sup>
Switzerland	6.41	8,880	2.6	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
United Kingdom	56.07	4,020	2.2	55,024	961	2.5 <sup>b</sup>	25.0	63.8
USSR <sup>d</sup>	256.67	2,760	3.8	225,428 <sup>ce</sup>	887 <sup>ce</sup>	6.2 <sup>b</sup>	31.8 <sup>ce</sup>	49.5 <sup>e</sup>
North America								
Canada	23.18	7,510	3.6	36,496	1,574	5.6 <sup>b</sup>	18.8	53.2
United States	215.12	7,890	2.5	348,500 <sup>e</sup>	1,632 <sup>e</sup>	3.5 <sup>b</sup>	23.1 <sup>e</sup>	64.2 <sup>e</sup>
Asia								
Japan	112.77	4,910	7.7	168,683 <sup>e</sup>	1,512 <sup>e</sup>	9.5 <sup>b</sup>	34.4 <sup>e</sup>	70.5
Oceania								
Australia	13.65	6,100	3.1	18,238	1,351	3.7	22.3	50.5
New Zealand	3.09	4,250	2.0	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Africa (south of Sahara)								
South Africa	26.03	1,340	2.3	7,605 <sup>e</sup>	299 <sup>e</sup>	n.a.	22.9 <sup>c</sup>	71.3 <sup>c</sup>
Transitional countries								
Europe								
Greece	9.12	2,590	6.6	3,997	438	10.2	20.7	41.9
Malta	0.33	1,780	6.8	153	464	n.a.	34.6	85.3
Portugal	9.73	1,690	6.9	4,808	494	8.4	35.2	67.7
Spain	35.70	2,920	5.7	38,414	1,076	10.0	38.7	81.1
Yugoslavia	21.52	1,680	5.5	12,986	604	7.2	43.4	75.7
Asia								
Hong Kong	4.46	2,110	6.5	2,541	570	11.6	28.0	77.8
Singapore	2.28	2,700	7.6	1,459	640	14.1	24.4	66.8
Taiwan	16.30	1,070	6.3	6,320	387	18.0	36.6	63.8
North Africa and Middle East								
Israel	3.56	3,920	5.2	2,736 <sup>c</sup>	789 <sup>c</sup>	8.8 <sup>b</sup>	27.0 <sup>e</sup>	59.7 <sup>e</sup>
Africa (south of Sahara)								
Rhodesia	6.53	550	2.4	851 <sup>e</sup>	135 <sup>e</sup>	n.a.	74.8 <sup>e</sup>	44.2 <sup>e</sup>

n.a. Not available.

a. Includes mining. b. 1960-75. c. 1975.

d. The national accounts system of these countries differs from that of the other countries. The data shown here are therefore derived from national accounts estimates based on the Social National Accounts (SNA) concepts. The trade data have been converted to U.S. dollars at the official exchange rate.

e. Includes mining and electricity.

f. 1960-73.

g. Includes mining, electricity, and construction. h. 1974. i. 1960-74.

Source: World Bank, World Tables, 1976 (Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1976), April 1979 data base.

表 5 - 2 工業化のレベル：準工業国（1976年）  
 (Industrialization Indicators, 1976: Semi-industrialized Countries)

Country	Population (millions)	GNP per capita (U.S. dollars)	GNP per capita growth 1960-75 (percent)	Value added in manufacturing				Percentage of value added in commodity production
				Total (millions U.S. dollars)	Per capita (U.S. dollars)	Growth 1960-76, in constant prices (percent)	Percentage of GDP	
Latin America and Caribbean								
Argentina	25.72	1,550	3.1	16,240	631	5.9	34.3	61.4
Brazil	100.96	1,440	4.3	33,351	266	12.0	28.8	62.0
Chile	10.45	1,050	1.3	2,383	228	2.8	21.6	51.7
Mexico	62.02	1,090	3.2	20,537	331	8.2	26.1	58.9
Asia								
China (People's Rep. of) <sup>a</sup>	835.80	410	5.2	139,684 <sup>b</sup>	167 <sup>b</sup>	6.9 <sup>b</sup>	40.7 <sup>b</sup>	51.6 <sup>b</sup>
India	620.40	150	1.3	11,966	19	4.4	16.3	23.1
Korea (Dem. Rep.) <sup>a</sup>	16.25	470	3.8	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Korea (Rep. of)	35.97	670	7.1	5,692	158	18.8	26.6	42.8
North Africa and Middle East								
Jordan	2.79	610	1.3	271	97	7.7	22.9	65.2
Lebanon	3.06 <sup>c</sup>	1,070 <sup>c</sup>	n.a.	398 <sup>d,e</sup>	134 <sup>d,e</sup>	6.1 <sup>d,f</sup>	14.6 <sup>d,e</sup>	45.7 <sup>d,e</sup>

n.a. Not available.

a. The national accounts system of these countries differs from that of the other countries. The data shown here are therefore derived from national accounts estimates based on the SNA concepts. The trade data have been converted to U.S. dollars at the official exchange rate.

b. Includes mining and electricity.

c. 1974.

d. Includes mining.

e. 1973.

f. 1960-73.

Source: World Bank, World Tables, 1976 (Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1976), April 1979 data base.

表 5 - 3 工業化のレベル: 工業化しつつある国 (1976年)  
(Industrialization Indicators, 1976: Industrialized Countries)

Country	Population (millions)	GNP per capita (U.S. dollars)	GNP per capita growth 1960-75 (percents)	Value added in manufacturing			Percentage of GDP	Percentage of value added in commodity production
				Total (millions U.S. dollars)	Per capita (U.S. dollars)	Growth 1960-76, in constant prices (percent)		
Latin America and Caribbeans								
Barbados	0.24	1,500	5.3	39	144	3.2	11.3	35.3
Bolivia	5.79	590	2.5	265	46	5.1	10.7	18.1
Colombia	24.23	630	2.7	3,429	142	6.9	22.7	40.5
Costa Rica	2.01	1,040	3.4	298 <sup>a</sup>	152 <sup>a</sup>	10.0	17.8 <sup>a</sup>	38.2 <sup>a</sup>
Panama	1.72	1,310	4.1	266 <sup>d</sup>	165 <sup>d</sup>	8.4 <sup>c</sup>	14.5 <sup>d</sup>	34.9 <sup>d</sup>
Paraguay	2.63	640	2.0	104	104	5.6	16.0	28.2
Peru	15.83	800	2.7	2,234	141	7.0	18.6	38.9
Asia								
Afghanistan	14.00	160	-0.2	74 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	4.5	3.6 <sup>a</sup>	5.8 <sup>a</sup>
Bangladesh	80.40	110	-0.6	319	4	2.6	6.0	8.7
Burma	30.82	120	0.7	350	11	3.2	8.9	15.4
Cambodia	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Indonesia	135.91	240	2.4	4,413	33	7.6	10.1	16.0
Malaysia	12.65	860	4.0	1,866	148	12.0	19.6	32.7
Mongolia <sup>b</sup>	1.49	860	1.0	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Pakistan	71.30	170	3.3	1,894	27	6.9	15.8	28.0
Philippines	43.29	410	2.5	4,370	101	7.0	24.4	39.0
Sri Lanka	13.81	200	2.0	324	24	5.0	14.5	25.0
Thailand	42.96	380	4.6	2,917	68	10.8	18.3	33.4
North Africa and Middle East								
Algeria	16.23	990	1.8	2,027	125	9.1	13.0	20.4
Egypt	38.07	280	1.5	3,329	87	5.1	23.9	40.9
Iran	34.30	1,930	8.1	6,979	204	13.5	10.2	15.1
Iraq	11.48	1,390	3.3	1,076	94	7.3	6.7	44.3
Africa (south of Sahara)								
Ivory Coast	7.03	610	3.5	551	78	9.9	11.8	26.3
Kenya	13.80	240	3.2	362	26	9.7	12.1	22.1
Malagasy	9.11	200	0.1	341	37	3.0	18.5	37.5
Malawi	5.17	140	4.1	105	20	12.4	13.5	23.0
Mali	5.84	100	0.9	66	11	6.4	10.9	19.9
Mauritius	0.89	680	0.8	99	111	2.8	19.1	33.2
Nigeria	77.05	380	3.4	2,395	31	10.4	7.9	11.0
Senegal	5.13	390	-0.7	491	96	5.1	23.8	46.3
Switzerland	0.51	470	6.8	52	103	15.0	24.1	36.4
Upper Volta	6.17	110	0.7	82	13	5.6	13.8	27.1
Zambia	5.06	440	2.0	413	82	8.0	17.8	32.8

n.a. Not available.

a. 1975.

b. The national accounts system of these countries differs from that of the other countries. The data shown here are therefore derived from national accounts estimates based on the SNA concepts. The trade data have been converted to U.S. dollars at the official exchange rate.

c. 1960-75.

d. 1974.

e. For Yemen, 1974 figures are at 1972 constant prices.

Source: World Bank, World Tables, 1976 (Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1976), April 1979 data base.

表5-4 工業化のレベル：非工業国（1976年）  
 (Industrialization Indicators, 1976: Nonindustrial Countries)

Country	Population (millions)	GNP per capita (U.S. dollars)	GNP per capita growth 1960-75 (percents)	Value added in manufacturing				
				Total (millions U.S. dollars)	Per capita (U.S. dollars)	Growth 1960-76, in constant prices (percent)	Percentage of GDP	Percentage of value added in commodity production
Latin American and Caribbean								
Haiti	-4.67	200	-0.4	150	33	2.0	17.1	27.4
Surinam	n.a.	n.a.	n.a.	33 <sup>a</sup>	90 <sup>a</sup>	-3.6 <sup>b</sup>	7.1 <sup>a</sup>	13.5 <sup>a</sup>
Asia								
Bhutan	1.20	70	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Laos	3.25	90	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Nepal	12.85	120	0.5	157 <sup>a</sup>	12 <sup>a</sup>	n.a.	4.5 <sup>a</sup>	-14.0 <sup>a</sup>
North Africa and Middle East								
Oman	0.77	2,680	10.1	9	11	n.a.	0.4	0.5
United Arab Emirates	0.69	13,990	13.7	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Yemen (People's Dem. Rep.)	1.49	860	7.6	11 <sup>a</sup>	73 <sup>a</sup>	8.2 <sup>b</sup>	7.4 <sup>a</sup>	23.7
Oceania								
Papua New Guinea	2.83	490	3.8	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Africa (south of Sahara)								
Angola	5.47	330	3.6	168 <sup>a</sup>	31 <sup>a</sup>	7.6 <sup>b</sup>	5.3 <sup>a</sup>	9.4 <sup>a</sup>
Benin	3.20	130	-0.3	31	16	6.0	10.1	19.1
Botswana	0.68	410	6.0	16	23	5.5	5.4	13.6
Burundi	3.81	120	2.7	26	7	12.7	10.1	13.1
Chad	4.12	120	-1.1	45	11	2.3	9.6	14.6
Ethiopia	28.68	100	2.0	275	10	7.6	10.3	15.8
Equatorial Guinea	0.32	330	-0.9	n.a.	n.a.	8.5	n.a.	n.a.
Gabon	0.54	2,590	5.0	105	194	n.a.	7.4	14.9
Guinea	5.69	150	0.2	n.a.	n.a.	17.8	n.a.	n.a.
Lesotho	1.24	170	4.6	2	2	17.8	3.4	5.4
Liberia	1.60	450	1.8	36	22	12.2	5.3	7.6
Mozambique	9.46	170	2.0	314 <sup>a</sup>	34 <sup>a</sup>	8.5 <sup>b</sup>	12.0 <sup>a</sup>	20.1 <sup>a</sup>
Niger	4.73	160	-1.3	99 <sup>a</sup>	23 <sup>a</sup>	12.5 <sup>b</sup>	16.4 <sup>a</sup>	25.8 <sup>a</sup>
Reunion	0.50	1,920	3.9	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Rwanda	4.21	110	0.5	29 <sup>c</sup>	7 <sup>c</sup>	7.0 <sup>c</sup>	10.0 <sup>c</sup>	13.5 <sup>c</sup>
Sierra Leone	3.05	200	1.5	30	10	2.3	5.6	13.8
Somalia	3.25	110	-0.3	25 <sup>a</sup>	8 <sup>a</sup>	16.8 <sup>b</sup>	8.3 <sup>a</sup>	20.9 <sup>a</sup>
Sudan	15.88	290	0.1	397 <sup>a</sup>	26 <sup>a</sup>	1.9 <sup>b</sup>	9.7 <sup>a</sup>	17.0 <sup>a</sup>
Tanzania	15.13	180	3.0	244 <sup>a</sup>	16 <sup>a</sup>	8.5 <sup>b</sup>	10.3 <sup>a</sup>	17.0 <sup>a</sup>
Togo	2.28	260	4.4	63	28	6.7	10.6	30.0
Uganda	11.94	240	1.0	176	15	1.9	6.7	10.7
Zaire	25.39	140	1.6	210 <sup>a</sup>	9 <sup>a</sup>	8.0 <sup>b</sup>	10.0 <sup>a</sup>	21.5 <sup>a</sup>

n.a. Not available

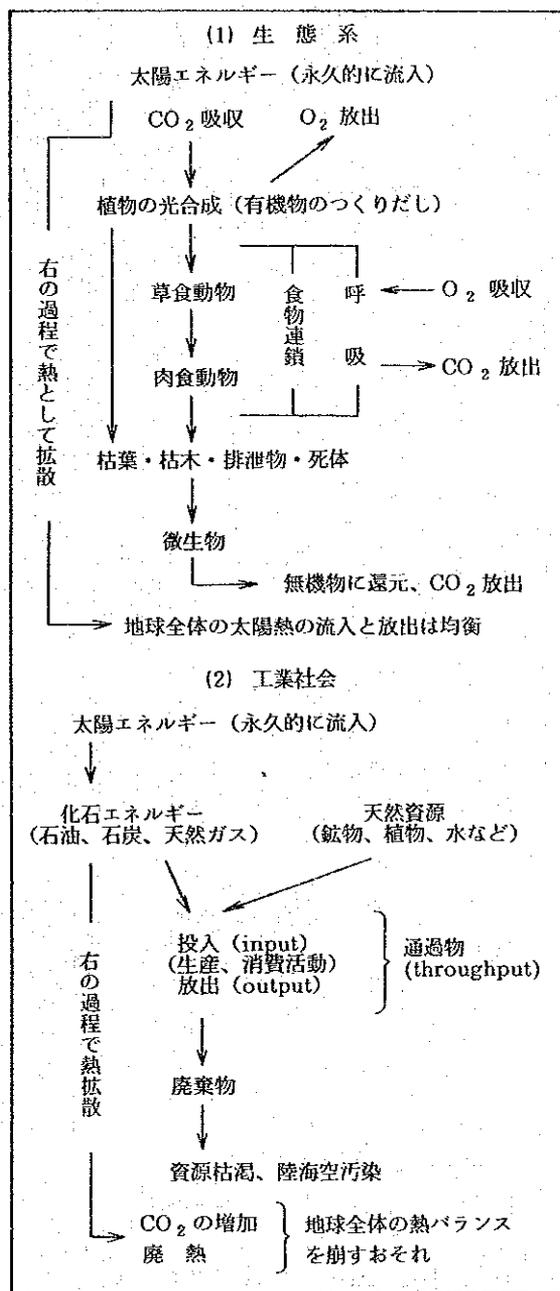
a. 1975.

b. 1960-75.

c. 1974.

Source: World Bank, World Tables, 1976 (Baltimore, Johns Hopkins University Press, 1976), April 1979 data base.

図 5-1 生態系と工業社会におけるエネルギーの流れと物質代謝の比較



出典：E.P.オダム 水野寿彦訳（1967）生態学

表 5 - 5 中国の都市における酸性雨観測数値

都市名称	観測期間	pH 最小値	pH 最小値	pH 平均値	酸性雨 出現頻度
北 京	79年末— 80年初	5.28	8.80	7.05	4
天 津	82. 6-7	4.8	7.5	6.9	7
瀋 陽	82. 5	7.3	9.5	7.8	0
	8	3.6	8.6	6.3	16
大 連	82. 5	6.9	7.8	7.2	0
	8	7.0	7.3	7.2	0
上 海	80-81	4.02	7.40		14
南 京	82. 2-6	6.4	7.7	7.0	0
蘇 州	82. 5-7	3.8	7.0	5.3	66.7
常 州	82. 5-7	4.5	6.4	5.1	83.3
福 州	82. 5	4.8	6.5	5.4	66.7
廈 門	82. 5	5.5	6.4	5.9	25
南 昌	82. 5	3.7	5.7	4.7	87.5
	8	4.2	6.0	4.8	85.7
青 島	82. 5	5.3	5.3	5.3	100
	8	4.7	5.1	5.0	100
広 州	82. 5	3.8	7.3	5.6	55.6
	8	4.6	6.7	5.5	67
南 寧	82. 5	4.1	7.2	5.9	55
	8	4.1	7.4	6.0	24
桂 林	82. 5	4.2	6.4	4.9	78
	6	4.4	4.5	4.5	67.5
重 慶	82. 5-7	3.6		4.3	
貴 陽	82. 5	3.7	6.5	4.8	81
	8	4.0	6.3	4.6	90
都 勻	82. 5	3.1	5.3	4.3	100
	8	3.2	5.4	4.2	100
蘭 州	82. 5-7	7.2	8.2	7.7	0
	8	7.4	7.5	7.5	0
西 寧	82. 5	5.0	5.5	5.3	100
	8	5.5	6.0	5.6	75

出典：菱田一雄：中国の環境問題

図 5-2 チャオブラヤ川の泥土中の重金属 (1978年)  
(Menasveta et al., 1978)

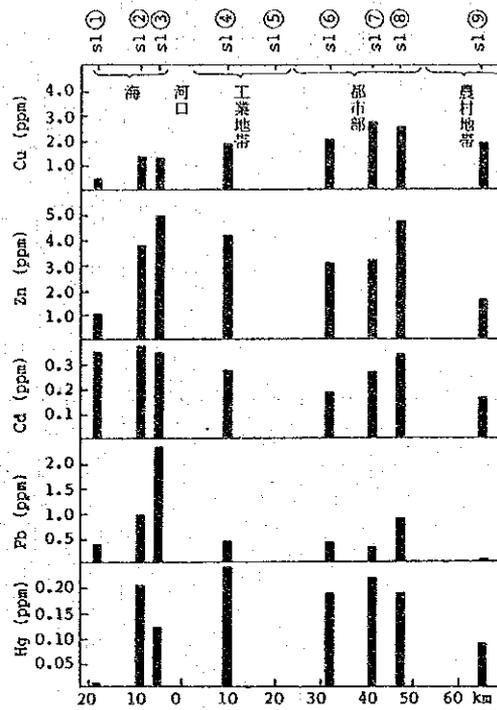


図 5-3 ジャカルタ湾の海水中の重金属濃度 (1979年) ( $\mu\text{g/l}$ ; Suripanti, 1979)

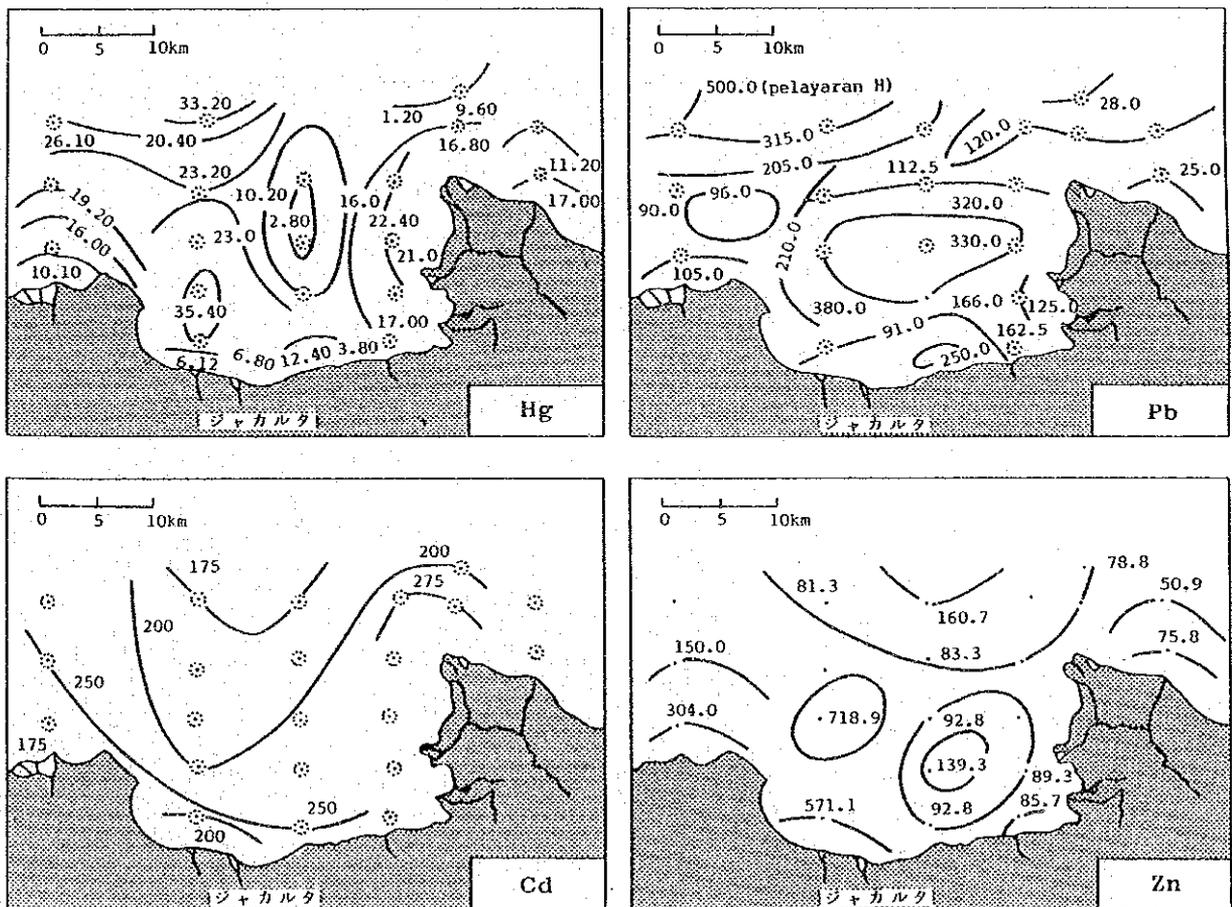


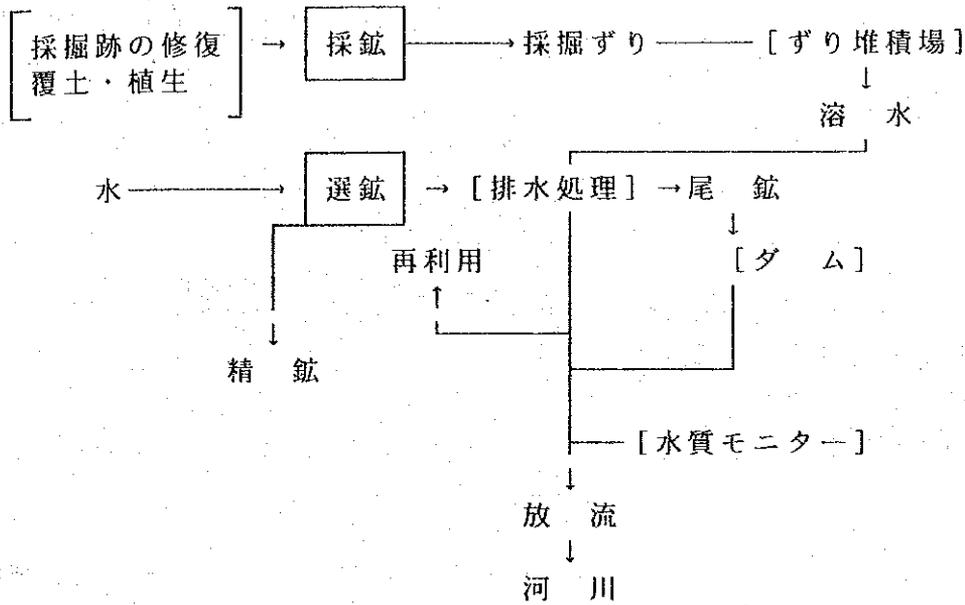
表5-6 ジャカルタ湾及びシャム湾上部の重金属濃度(1978年)

	ジャカルタ湾		シャム湾 上部		日本周辺海域 ( $\mu\text{g}/\ell$ )
	最低値 ( $\mu\text{g}/\ell$ )	最高値 ( $\mu\text{g}/\ell$ )	最低値 ( $\mu\text{g}/\ell$ )	最高値 ( $\mu\text{g}/\ell$ )	
水 銀	2.8	35.2	(総水銀) 1.54 (可溶性水銀) 0.08	1.20 0.22	0.01~0.05
鉛	40.0	500.0	334.0	560.0	0.6 ~ 120
カドミウム	5.0	450.0	47.6	89.3	80

(出典) UNEP/WHO「Preliminary Assessment of Land-Based Sources of Pollution in East Asian Seas」  
(1981年)による。

(注) 日本周辺海域のデータは原田正純「アジアの環境問題」による。

図5-4 鉱山における廃滓・排水系の理想的流れ



[ ] 内は、公害防止施設または手法である。

(出典) 国際協力事業団(1985): ブラジル連邦共和国鉱山公害防止技術協力事業

エバリュエーション調査報告書

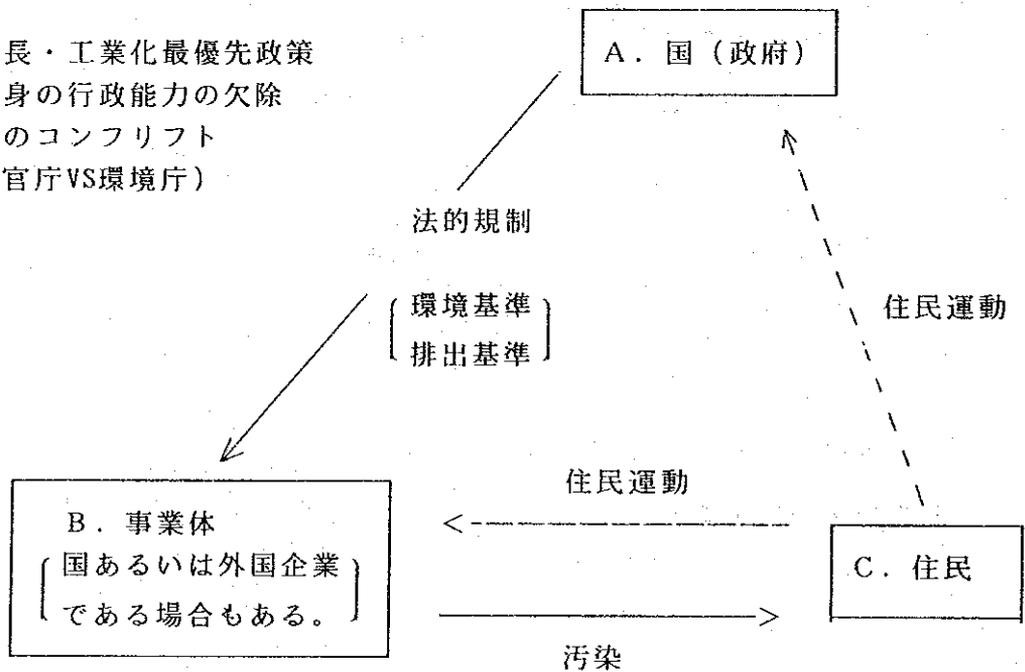
図5-5 環境問題に利害関係をもつ団体と各団体レベルで考えられる具体的な  
 環境汚染の要因(1モデル)  
 (<要因>と<背景>の番号は必ずしも対応しない)

A. <要因>

1. 環境(排出)基準がない。  
 又はあまい。
2. 基準はあっても検査モニタリングシステム  
 が確立されていないため守られていない。

<背景>

1. 経済成長・工業化最優先政策
2. 省庁自身の行政能力の欠除
3. 省庁間のコンフリクト  
 (実施官庁VS環境庁)



B. <要因>

1. 公害防止技術が未確立。
2. 技術はあるが資金がない。
3. 技術、資金もあるが意識あるいは  
 モラルがない。

<背景>

1. 途上国に適した技術開発能力の欠除  
 (高価な先進国技術への従属)
2. 利益第一優先という企業の本質
3. 先進国企業の汚染輸出

C. <要因>

1. 環境問題に対する認識がない。
2. 汚染問題があっても国、事業体  
 への行動の手段を持っていない。

<背景>

1. 教育の遅れ、貧困。
2. 政治体制。

## 6. インフラ整備と環境問題

- 6-1 開発途上国のインフラ整備と産業活動
- 6-2 開発途上国のインフラ整備と環境問題
- 6-3 開発途上国のインフラ整備における問題点の要因分析



## 6-1 開発途上国のインフラ整備と産業活動

開発途上国におけるインフラ整備は、歴代の為政者による産業発展のための基盤として進められてきた。

植民地として西欧諸国に統治されていた国々にとってはプランテーション等、農業生産活動の基盤としての灌漑用水路や農産物の宗主国への搬送に利用するための道路・港湾といった生産関連基盤施設が整備されてきた。

このように、インフラストラクチャーは、農業、鉱工業等の産業活動の基盤として、それら産業の発展段階に即して開発されてきている。それらの発展形態としては、大きく分けて、

- i) 植民地以前の歴代の為政者、住民等により建設されたもの
- ii) 植民地時代に宗主国の産業政策に基づき建設されたもの
- iii) 第二次世界大戦後の産業発展に即して建設されてきたもの

に分けられるように思う。

現在、開発途上国は、その発展段階により、数々のグループに分けられるが、いずれの段階にせよ、インフラ整備は当該国にとって、その社会・経済の発展に不可欠のものとして、今後も整備する必要がある、そのことはインフラ整備に伴う環境問題を考えるうえでの前提として常に考慮されるべきである。

## 6-2 開発途上国のインフラ整備と環境問題

産業活動の基盤である生産インフラと都市人口を支える生活インフラの整備は、開発途上国の経済・社会発展にとって不可欠なものである。しかし、特に戦後、大規模なインフラ整備が始まってから、それらインフラの整備と、それを基盤とする諸産業活動に起因する様々な自然環境・社会発展への重大な影響が顕著になってきた。

それらの重大な影響を与えるに至った主な理由として考えられるのは、開発の規模が大規模であり、従来の自然のサイクル（水循環サイクル、土壌栄養塩の供給サイクル、気候、生態系のサイクル等）を大改変するほどのものであったことであろう。また、それらの自然環境変化によって、農耕地や漁場等の自然資源が破壊されたことに伴い、従来の生活パターン（農耕、漁獲等）が変更を余儀なくされたことにより、都市への人口集中を促し、都市問題を深刻化させるといった悪循環が生じている。

しかし、一方、開発途上国の適正な経済発展も持続させなくてはならない。そのためには、先進国における環境保全と同じレベルの発想で環境保全対策を考えることは、必ずしも当該国にとり有効とはいえない。

したがって、今後も開発途上国の持続的開発を可能にするためには、経済・社会開発と環境保全とを、適当なバランスをとりつつ進めていく必要がある。

開発途上国のインフラ整備にかかわる環境問題を考えるうえで重要なことは、現在、当該国の

発展段階がどのようなレベルにあるかに応じて、所要の開発目標を設定し、それらの目標の達成を可能にするため、かつ環境に与える悪影響を最小限にするための代替案を比較検討しなければならないことである。

以下、開発途上国のインフラ整備にかかわる環境問題を列挙し、背景となる条件を考察していくこととする。

#### a. 水資源開発と環境問題

開発途上国、特に熱帯地域における水資源開発プロジェクトの特徴は、乾期の低水と雨期の高水を管理することによる年間水収支の改善の便益、すなわち洪水制御、発電・農業等の産業用水確保や生活用水確保による地域社会への経済的・社会的便益の大きさであるが、一方、ダム建設等、大規模な構造物の建設を伴う水資源開発プロジェクトは、周辺の自然環境・生活環境に大きな改変を伴うものであるため、脆弱な自然環境や、それに生活の糧を依存する社会にあっては重大な影響が生ずることもあり得る。

#### 水資源開発と環境問題

##### i) 水資源開発事業に伴う環境・社会的影響

- ①ダム建設による水文系の変化に伴い、従来、洪水等により下流の平野部に供給されてきた新たな土壌・養分が減少すること
- ②人造湖の出現及び富栄養化による水系伝染病発生の危険（フィラリア等の病原虫と、その媒介生物の繁殖条件を有する地域に該当する）
- ③人造湖の湖水の富栄養化等に起因する嫌気性ガスの発生及び水草の繁茂等（石 1985）
  - ・内水漁業への影響
  - ・発電タービン等ダム施設への悪影響
- ④水没による地域住民の移転問題や地域社会への影響
  - ・移転を余儀なくされた住民が上流域の斜面地を耕地化することによる影響（後述）
  - ・現地住民の生活基盤や文化に配慮を欠いた移転の強制により社会問題化すること
- ⑤不適当な灌漑排水や水路等からの漏水による塩類集積等に起因する土壌悪化（レスター・ブラウン 1987）
- ⑥野生生物への影響
  - ・水没予定地に生息していた野生生物・植生が失われること
  - ・野生生物の移動ルートが絶たれること
  - ・魚の遡上ルートが絶たれること
- ⑦重要な文化財への影響

##### ii) 水資源開発プロジェクトに伴う土地利用変化による影響

- ①上流域での森林荒廃や土壌侵食の拡大による洪水・干ばつの頻発化
- ②水没予定地の住民の移動に伴う斜面等のmarginal landでの農耕による土砂流出

- ③ダムへの土砂堆積の加速化
- ④集水域での人口・産業集積の進行に伴う水質汚濁の進行
- ⑤上流域での過剰な水利用に起因する下流域との社会的対立の発生
- ⑥上流域での農業・林業・道路建設・居住による土壌流出、シルト・化学物質による河川流水汚濁

#### b. 道路建設と環境問題

道路は線的に連続している構造物であるため、また道路の供用により、通常、沿線が開発されるため、当該地域に大きな環境変化を及ぼす。

環境変化を受け易い熱帯雨林地帯に道路を建設した場合に起こり得る環境問題として、大牧草地の造成による森林破壊等が挙げられる。

道路建設は、これらの環境変化を、その沿線に急速に広げることとなるため、環境に与える影響はきわめて大きい。

#### 道路建設と環境問題

##### ①森林破壊

- ・道路建設に伴う森林破壊（枯葉剤の散布等）
- ・道路供用に伴う入植者による森林破壊

##### ②土壌破壊

- ・工事に伴う土壌の掘り起こしの影響
- ・表土流出のきっかけを与えること

##### ③生態系への影響

- ・野生生物移動経路の遮断
- ・騒音・大気汚染等による野生生物生息地への影響

##### ④自然の保水機能の劣化

- ・道路が自然の排水パターンを変更させ、表面流出を促進させること

##### ⑤沢等の水路の遮断

##### ⑥環境衛生に与える影響

- ・疾病媒介生物の移動経路を提供すること

##### ⑦社会的影響

- ・開発に伴う先住民族・少数民族の圧迫
- ・移転させられる住民・新たな入植者の生活環境

#### c. 港湾開発と環境問題

一般に港湾という海上輸送の拠点、後背地等の産業活動により発生する物流需要、つまり大量の物資を一度に安く輸送するというneedsに対応するものである。したがって港湾開発計画は、地域全体の開発計画の一部として、はじめて成立するものである。

港湾施設は通常、大規模な構造物（防波堤や埋立地等）を海上に出現させることに伴い、当該地点の流況、波浪、漂砂等の自然条件に影響を与え、また河口付近に建設される場合には河川の流下能力にも影響を与えることから、事前に、それらの環境変化を予測し、影響の範囲と程度を許容範囲内に抑えるような対策が必要である。

#### 港湾開発と環境問題

- ① 漁業資源（漁場、藻場等）の消滅・悪影響
- ② 野生生物資源（野鳥の餌場となる干潟、マングローブ林等、海生生物繁殖の場）への悪影響
- ③ 流況変化による沿岸地形・地質への影響（海岸浸食、漂砂等）
- ④ 港湾建設による自然海岸（アメニティーの場）の消滅
- ⑤ 河口部周辺海域での構造物建設によるバックウォーター等に起因する河川流下能力の低下
- ⑥ 河口部周辺海域での構造物建設による河川からの流出土砂の堆積等
- ⑦ 景観に与える影響
- ⑧ 港湾施設により停滞水域が生じることによる水質悪化（下水等の流出・拡散の妨げによる）
- ⑨ 埋め立て材料として廃棄物を使用した場合、有害廃棄物の海水への湿潤による海水汚染
- ⑩ 航路等、水域施設の建設に伴う底質、海水水質、漁業資源への影響
- ⑪ 港湾施設の供用に伴う環境影響
  - ・ 荷役活動、船舶、車輛交通に伴う大気汚染、騒音・振動、悪臭等
  - ・ 船舶の廃油（ビルジ・バラスト）の海上投棄による海洋汚濁
  - ・ 発電所等からの温廃水の海上への排出に伴う影響

### 6-3 開発途上国のインフラ整備における問題点の要因分析

#### 1) 自然条件

熱帯や乾燥地に位置する開発途上国でのインフラ整備においては、その特有な自然条件に起因する様々な環境問題が生じている。一般に、これらの開発途上国における大規模なインフラを整備する際には、特に自然条件のみをとってみても、日本や、その他、温帯に位置する先進国の経験のみでは対応できない問題を包含している。

- ・ 例えば、気温・水温が高いことによる有機物の分解の速度が速く、水の富栄養化を起こす可能性が高いこと
- ・ 熱帯雨林地帯の土壌は温帯の土壌とは性質がかなり異なること
- ・ いったん破壊された熱帯雨林地帯での植生（樹林）の再生が困難であること
- ・ 乾燥地の土壌には塩類が多量に含有されていることが多いこと
- ・ 病原菌や病原虫やそれらの中間媒体である生物の繁殖の条件を有していること
- ・ 雨期と乾期があり、水源地に水を供給するチャンスが温帯より一般的に少ないこと
- ・ 雨期の洪水波形が日本等、山地の多い国土とは著しく異なること

すでに述べたインフラ整備にかかわる環境問題について、途上国の自然条件との関係について述べる。

#### ①水系伝染病

##### 水系伝染病

水の物理的特性、水供給の状況、そして水に由来する疾病の発生の原因には、相関関係が立証されている。その水の特性が虫媒伝染病の中間宿主、巻貝、蚊、ハエなどの大量発生に好都合であれば、住血吸虫症やマラリア等が蔓延する(石 1985)。

このように、日本では問題とならないダム建設に伴う人造湖の出現、緩流速の水路等は、熱帯に位置する開発途上国では虫媒伝染病の温床となる危険性をはらんでいる。

ダム湖の出現に伴う水系伝染病の発生は、中間媒体である貝や蚊の大量発生により起こるものであるが、環境変化と伝染病発生の状況は地域により異なる。すなわち、その地域に存在する病原虫の種類が異なり、それらの中間宿主である蚊、貝等の繁殖の条件が異なることによるものである。

例えば、

アフリカ中央部で流行しているフィラリアの一種、オンコセルカ病は、その中間宿主であるブユ(Simulium)が流水中で繁殖することによるものであるが、ダム湖により流れが止水化するとブユは減少する。その代わりに、住血吸虫病を媒介する巻貝が繁殖することになる。

一方、インド亜大陸では住血吸虫病が存在しないため、その問題はないが、マラリア、日本脳炎等を媒介する蚊が止水域で大量発生することになる。

#### ②土壌破壊

一般に灌漑用水を供給する場合、適切な能力を有する排水施設の整備は不可欠であり、さもなければ、供給水量と排水量のアンバランスにより湿地化するおそれがある。

乾燥地においては降雨量より蒸発量が上回ることが多く、灌漑施設が排水施設の能力以上に土壌に水を供給した場合、また土水路(コンクリート張りになっていない用水路)からの漏水により、土壌の排水能力以上に過剰に供給された水は地下水位を地表面近くまで上昇させる。地表面での土壌水の蒸発の多い地域では、土壌中の水分が地表に吸い上げられることに伴い、土壌水中に溶解した塩類を地表面近くまで引き上げる。すると塩類は作物の生育を阻害し、さらに土と塩類で固結した皮膜を地表に形成する。このようにして塩類集積が生じ、土壌は崩壊される(レスター・ブラウン 1987)。

また、塩類の集積した土壌を通過して河川に戻った水が塩を含むことにより、下流域の河川水が灌漑用水として不適當になることも、しばしば生じる。

塩類集積が発生する危険性は、土壌中の塩類の含有量の地域的な差異、また降水と蒸発量とのバランス等の条件の差異により異なる。

### ③貯水池水質の富栄養化による有毒ガスの発生・水草の繁茂等

人造湖の出現に伴い、膨大な量の樹木が水中に没する場合、水深の浅いところでは腐敗した木は、水温の高いこともあり、比較的短い時間に分解するとみられる。しかし、ダム のすぐ背後や、元の川底など深い部分に沈んだ樹木は、腐敗の際に大量の酸素を消費して 嫌気状態となり、猛毒で悪臭を発する硫化水素、爆発性のあるメタンガスや水素を発生さ せるおそれがある(石 1985)。

また、湖底に沈んだ樹木の腐敗に伴う湖水の富栄養化により、湖面にホテイアオイ等の 水草が繁茂し、この結果、湖水が酸欠となり、魚類が絶滅したり、ダム施設に被害を与え ることがある。

さらに、富栄養化することにより酸性化した水で発電機のタービンが腐食することもあ る。

## 2) 社会・経済発展段階

開発途上国にあっては、貧困から脱却すること自体が環境を改善することにつながるという 面があることは、特に留意しておかなければならない。したがって開発に伴うcostと benefit を検討する際、持続的開発にとって致命的となる環境破壊は避けることは当然であるが、環境 保全のためのコストをあまり大きくすることも、適正な経済発展にとっては支障となること が ある。

以上の観点に立つと、現在、開発途上国で生じている環境問題の一部は、経済発展段階の低 い現状では、やむをえず生じている性質のものもある。

## 3) 計画・開発・工事手法等の技術力との関連

開発に伴う環境への影響を配慮するためには、環境の変化を予測しなければならない。環境 の変化を予測するには、環境の現況を把握しておかなければならない。しかし、多くの開発途 上国にあっては、環境の現況を把握するための基礎データが整備されていないことが多い。

基礎データの整備は、先進国が古くから積み上げてきたことを考えると、必ずしも最先端の 技術力を要するものではない。例えば、港湾開発による海岸地形変化を予測するために必要な 波浪や潮流等の基礎データは、目視や風向風速データにより補完しつつ作成することができる。 問題は、それらの基礎データを全国津々浦々で地道に積み上げる体制と、それを担う人材が不 足していることであろう。

## 引用文献

石 弘之 1985年. 蝕まれる森林. 朝日新聞社.

レスター・ブラウン編 1987年. 地球白書 — 持続可能な社会をめざして.

福武書店.

図 6-1 多目的ダムプロジェクトにかかわる環境問題

(Multipurpose Dam Project: Loss of Economic Development Opportunities)

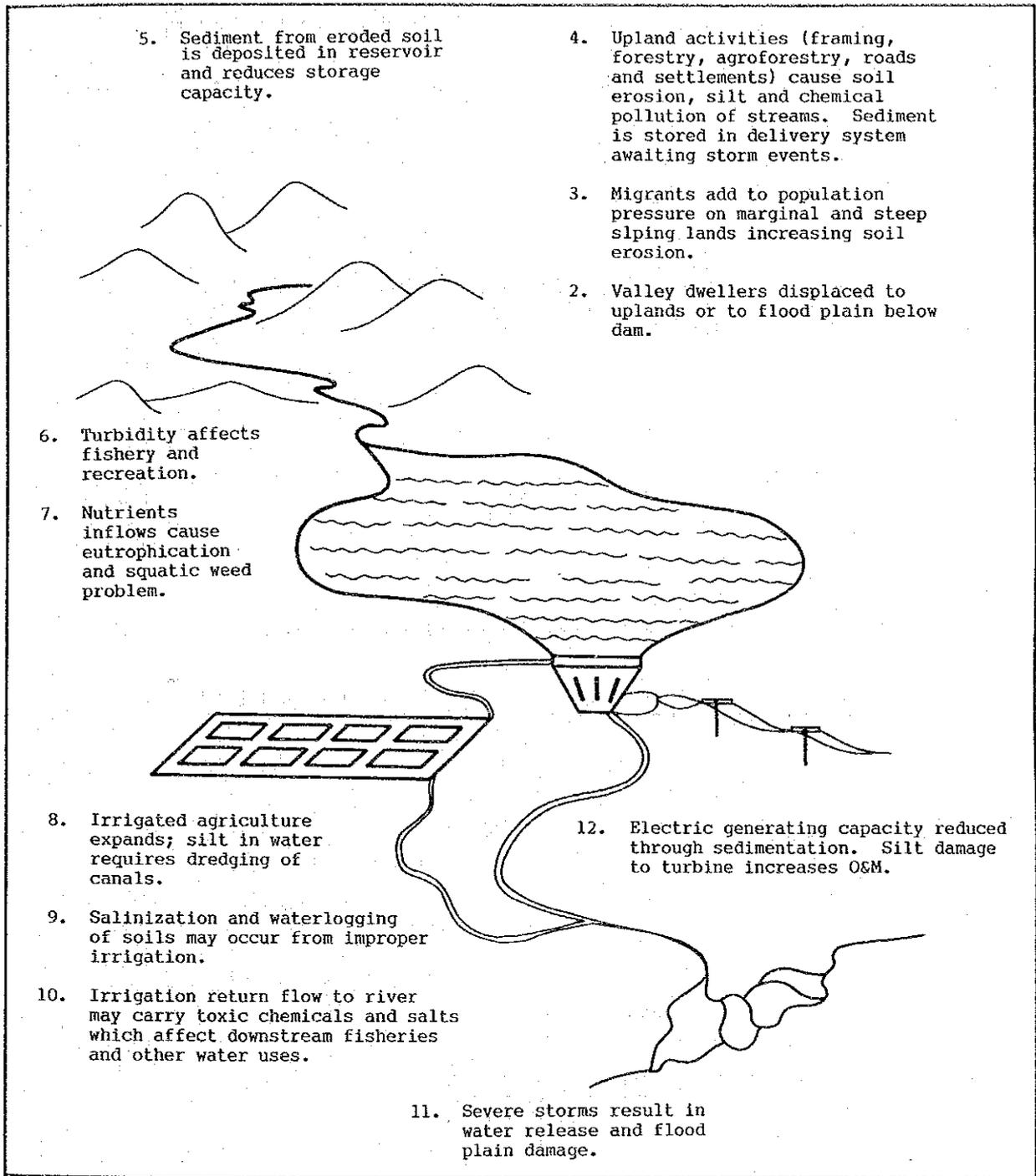


表 6 - 1 幾つかのダムにおける沈泥速度

国	ダ ム	年間沈泥速度	泥で埋まるまでの期間
		(トン)	(年)
エジプト	Aswan High	139,000,000	100
パキスタン	Mangla	3,700,000	75
フィリピン	Ambuklao	5,800	32
タンザニア	Matumbulu	19,800	30
タンザニア	Kisongo	3,400	15

出典: S.A. El-Swaify and E.W. Dangler, "Rainfall Erosion in the Tropics: A State of the Art," in American Society of Agronomy, *Soil Erosion and Conservation in the Tropics* (Madison, Wisc.: 1982).

表 6 - 2 インドの幾つかのダムにおける沈泥速度

ダ ム	沈 泥 速 度		
	設計時の推定値(A)	観測値(B)	推定値と観測値の比(B/A)
	エーカーフット		
Bhakar	23,000	33,475	1.46
Maithon	684	5,980	8.74
Mavurakshi	538	2,000	3.72
Nizam Sugar	530	8,725	16.46
Panchet	1,982	9,533	4.81
Ramganga	1,089	4,366	4.01
Tungabhadra	9,796	41,058	4.19
Ukai	7,448	21,758	2.92

\* [訳注: 1 エーカーの面積を1フィートの深さでおおう量の単位]

出典: Adapted from S.A. El-Swaify and E.W. Dangler, "Rainfall Erosion in the Tropics: A State of the Art," in American Society of Agronomy, *Soil Erosion and Conservation in the Tropics* (Madison, Wisc.: 1982), and Centre for Science and Environment. *The State of India's Environment 1982* (New Delhi: 1982).

## 7. 都市の環境問題



開発途上国における環境の現状を述べるとき、第二次世界大戦以降、爆発的に人口が増大した都市における生活環境の悪化が特筆されるべきである。

この問題は、農業、水産業、鉱工業、森林開発、インフラ整備といった生産活動に起因する環境問題という現状認識の切り口とは異なり、むしろ様々な環境悪化の圧力の結果として生じた環境問題であるといえる。

他の問題領域の環境問題もそうであるが、これらの環境問題は、特に開発途上国においては技術的手段のみで解決し得るものではなく、世界経済の構造的側面と開発途上国内での社会経済構造にも起因するところが大きい。そのような意味で、開発途上国の都市問題は様々な圧力の受け皿として起こってきたものであるといえる。

開発途上国で近年、深刻さを増している都市の環境悪化は、農村部における人口爆発に伴う食糧増産・エネルギー需要増等の圧力、その結果としての農地拡大、森林破壊、沙漠化等の自然資源の破壊により、結果的に地域の食糧生産能力・雇用機会が人口を支えることができなくなったことに伴う都市への人口集中が問題の背景にある（レスター・ブラウン 1987）（資料参照）。

途上国の都市化に伴う生活環境悪化の典型的なものは、大都市における上下水道施設・ゴミ処理施設の未整備による衛生問題、排ガス規制が事実上存在しないまま急速に進行するモータリゼーションが挙げられる。このような開発途上国の都市問題、例えば都市の非衛生の問題は、特に都市の貧困地区で著しく、環境問題の面だけでなく、都市開発の課題として対処されるべき問題であり、単に上下水道の整備によって解決し得る問題ではなく、不良住宅地区の改善、市街地拡大の計画的誘導、貧困層のための医療・栄養サービス水準向上等を含む全体的な都市整備を必要としている。

我が国は、昭和45年の公害国会以来、長年、問題として抱えてきた公害問題を抜本的に解決するために様々な制度・組織等の改善を積み重ね、克服してきた経験がある。そのような面では、我が国は、都市の環境問題に直面している開発途上国に協力することができ、今後も一層の協力が期待されているといえる。しかし、単に技術的な協力にとどまるのではなく、むしろ組織・制度の改善を含むソフト面の協力が、より一層強化される必要があろう。

#### 開発途上国の都市問題

- ① 1、2の都市の異常な拡大成長と、それに伴う地域格差
- ② 不法居住区（スラム）の拡大による環境衛生問題
- ③ 都市暖房、自動車排気ガス、工場からの廃ガスによる大気汚染
- ④ 未処理のまま放流される家庭廃水・工場廃水・農業廃水による河川・運河等の水質汚濁
- ⑤ 不適切な廃棄物処理による環境悪化
- ⑥ 大気汚染に起因する慢性気管支炎等の呼吸器系の病気
- ⑦ 公共輸送機関間の過密状態（道路、バス、汽車、駅、公衆便所、共同洗濯場）
- ⑧ 上水道施設（送水管の継ぎ目等）の損傷、水圧の低下による汚水の侵入、それに伴う飲料

## 水汚染

### ⑨自動車による騒音・振動等

#### <資料>

##### 開発途上国における都市人口増加と都市問題

世界の人口問題は、これまで人口の総数のみが危機的に語られてきたが、人口の総数ではなく、むしろ人口の偏在のほうが大変な問題になってきた。20世紀初頭、都市人口は世界人口16億人の5分の1にすぎなかったが、現在は世界人口50億人超の約4割にあたる17億人が都市に在住している。このままの増加傾向が続けば、1990年までに、史上初めて都市人口が農村人口を上回ることになる。

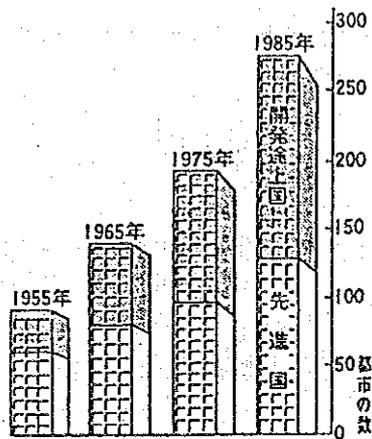
都市問題はかつて、先進国に特有の問題であったが、現代はアジア、アフリカ、南米等開発途上国における都市への人口集中とスラム化が問題になってきている。先進国における都市への人口集中の原因は、産業革命による都市の新産業の発達による雇用の増大に対応するため、農村から人口を吸収したことであった。これに対し、現在、開発途上国で生じている都市への人口集中の原因が、農地や森林の減少に伴う農山村の荒廃と、近代医療の浸透による人口爆発が加わったことに伴う農村・山村における雇用機会の減少と食糧の不足等であることが、本質的に異なっている。すなわち、開発途上国における都市問題の性質は、都市のみならず、開発途上地域全体の環境問題に結びついている点が重大である。

#### 引用文献

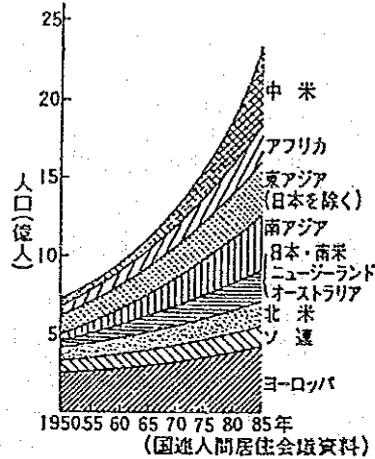
レスター・ブラウン編（本田 幸雄監訳） 1987年、地球白書 — 持続可能な社会をめざして、  
福武書店。

出典：国連人間居住会議事務局資料

ふえる100万都市



爆発する世界の都市人口



都市人口の推移 (百万人)

A . D	1 9 5 0	1 9 8 5
全 世 界	6 2 5	1, 8 7 5
先 進 国	4 4 7	8 3 8
途 上 国	2 8 6	1, 1 4 0

今後、都市人口は1980年には44億7000万人の総人口のうち20億人(45%)、1985年には48億人のうち23億4000万人(49%)、1990年には52億6000万人のうち27億7000万人(53%)、1995年には57億7000万人のうち33億人(57%)、2000年には65億人(まではいかないとする見通しが多くなってきたが)のうち39億人(60%)にもなる。つまり、2000年には現在の世界総人口が都市に住む計算だ(上図)。

1900年には100万都市は世界中で11都市しかなかった。ところが、1950年には75都市、1975年には191都市、これが1985年には273都市、2000年には375都市にも急増すると予想されている(上図)。メキシコ市、サンパウロなどは2000万都市になると推定され、未曾有の超複合都市が誕生することになる。

すでに100万都市に達しているところで、今後10年間の人口増加分を予想してみると、キンシャサ(アフリカのザイール)106.2%、ラゴス(ナイジェリア)100%、アジスアベバ(エチオピア)100%、カラチ(パキスタン)92%、バグダッド(イラク)85.2%、バンコク(タイ)73.2%、ソウル(韓国)69%……と背筋の寒いばかりの“爆発”となる。爆発する都市はすべて途上国に限られている。現在ですら、途上国の都市人口の半分から3分の1がスラムに住んでいるのが普通なのだから、この増える人口のかなりの部分がスラムの住人となることも間違いない。世界銀行の報告によると、スラム人口は毎年20%以上の高度成長を遂げている。

### 都市化の著しい都市

ナイロビ（ケニア）：1975年には、ケニアの製造業の57%と工場の3分の2がナイロビに立地していた。1979年のナイロビの人口は、全人口の約5%であった。

マニラ（フィリピン）：マニラ首都圏は国民総生産の3分の1を占め、全輸入量の70%を扱い、製造業の事業所の60%が立地している。1981年のマニラ首都圏の人口は、全人口の約13%を占めていた。

リマ（ペルー）：リマ首都圏は国内総生産の43%を占め、5分の4の銀行貸付けと消費物資の生産、10分の9の資本財の生産が行われている。1981年のリマ首都圏には全人口の27%が住んでいた。

ラゴス（ナイジェリア）：1978年のラゴス首都圏は対外貿易の40%以上を扱い、製造業の57%以上が立地し、高度な熟練工の40%以上がここで働いていた。住民の数は人口のわずか5%である。

メキシコ・シティー（メキシコ）：1970年にメキシコ・シティーには全人口の約24%が住んでいた。首都には製造業の30%、商業の28%、サービス業の38%、国家公務員の69%、高学歴教育に対する投資の62%、その研究活動の80%が集中していた。1965年には、全銀行預金の44%、全貸付けの61%をメキシコ・シティーが担っていた。

サンパウロ（ブラジル）：大サンパウロ圏は1980年にブラジルの全人口の約10%を擁し、国民純生産額の4分の1を占め、付加価値を高めるための工業生産の40%以上を担っていた。

出典：J.E. Hardoy, D. Satterthwaite "Scheiter, Infrastructure and Services in Third World Cities" 1986年、ハピタット・インターナショナル、10巻4号。

### 第三世界の都市における環境問題

インドの3,119市町のうち、完全な下水道・下水処理施設を持つのは8市町のみ、一部施設を持つのは僅か209市町である。ガンジス川流域の人口5万人以上の114市では、毎日、未処理の汚水がガンジス川に捨てられている。DDT製造工場、皮革なめし工場、紙・バルブ工場、石油化学・肥料工場、ゴム工場などは、廃棄物を処分するために川を利用している。フーグリ川河口（カルカッタ近郊）は、カルカッタ周辺の150以上の大工場から排出された未処理の廃棄物で塞がれている。カルカッタ市民の60%は、肺炎、気管支炎、その他大気汚染に関係した呼吸器系の病気に罹っている。

中国の産業は、その多くが旧式の石灰炉や石炭ボイラーを使っているが、20近くの都市に集中して立地しており、ひどい大気汚染を引き起している。中国の肺癌死亡率をみると、都市部は全国平均値の4～7倍の高さになっている。この差は、専ら、深刻な大気汚染によるものである。

マレーシアでは、高度に都市化されたクラン・バレエ地域（首都クアラルンプールがある）は、アメリカの主要都市に比べ、2～3倍汚染されており、クラン川水系は農業・工業からの廃水と下水により、ひどく汚染されている。

出典：Centre for Science and Environment, State of India's Environment : A Citizens' Report (New Delhi: 1983); V. Smil, The Bad Earth: Environmental Degradation in China (London: Zed Press, 1986); Sahabat Alam Malaysia, The State of Malaysian Environment 1983-84 - Towards

Greater Environmental Awareness (Penang, Malaysia: 1983).

## 8. 環境衛生

### 8-1 背景

- (1) 環境と健康
- (2) 水と感染症
- (3) 人口増加と都市化

### 8-2 現状

- (1) 上下水道
- (2) 廃棄物処理
- (3) Vector Control
- (4) 都市化のもたらす問題



## 8-1 背景

### (1) 環境と健康

人間社会をとりまく自然環境と、そこに住む人々の健康は常に深いつながりを有している。現在、開発途上国に分類される国々の大多数は熱帯・亜熱帯地域に存在し、その住民の多くが、他の地域には存在しないか、あるいは存在しても限られた影響しか及ぼさない疾病（特に感染症）に苦しめられている。

また、疾病の中には、自然条件そのものに由来するというよりは、給水施設のような生活インフラストラクチャーの不備によって蔓延するといったほうがよいものもある。これらの疾病は先進国では、現に、「環境を改善」する施設の拡充によって、その発生が大幅に抑制されている。開発途上国においても、環境改善のための開発を行うことにより、疾病の減少が図られてはいるものの、いまだ、これらの疾病による健康の損失は大きい。逆に、いわゆる「開発」による環境の変化が人間の健康に悪影響を及ぼす場合が考えられる。人間の健康に直接・間接に悪影響を及ぼす可能性のある開発行為は、以下のような特徴で分類することができる（Go 1987）。

- 1) 気体、液体の排出を伴う
- 2) 病気を媒介する生物（Vector）の生態を変える
- 3) 人間の生活圏の拡大により、従来そこになかったVectorや寄生虫を持ち込む
- 4) 危険物や毒性のある化学物質等を加工・貯蔵・廃棄する

上に述べられた特徴は、農業・鉱工業の生産活動やインフラストラクチャーの建設等の開発活動に付随するほか、人間の生活・消費活動（特に近代化され、都市化された生活）に伴うものもある。このような、いわゆる「開発」による「健康被害」の問題については、これまでの各セクターの章で述べられたとおりである。

### (2) 水と感染症

世界の貧しい国々は、また、その自然条件から、様々な感染症の蔓延する地域でもある。開発途上国の疾病・死亡原因（特に5歳未満の子供）の上位は様々な感染症で占められている。これら感染症の多くは、水と深いかかわりをもっている。WHOは、世界の疾病発生の80%は不適切な飲料水や衛生施設に帰することができる、と見積もっている（Agarwal et. al. 1981）。

不適切な水の使用や生活用水の不足、衛生施設の不備等によって引き起こされる疾病は、以下の5種類に分けることができる。

- 1) Waterborne Diseases : 病原菌に汚染された水の飲用によって感染する消化器疾患

（例）チフス、コレラ、赤痢、感染性肝炎、「下痢症」

- 2) Water-washed Infections : 生活用水の不足に起因する、洗面や入浴用水の共用に

伴って感染する皮膚病や眼病

(例) トラコーマ、疥癬、レプラ、インド痘、結膜炎

3) Water-based Diseases : 生活圏内の河川、止水等に棲息する水棲生物が中間宿主となっており、その棲息する水との接触や飲用によって感染する疾病

(例) 住血吸虫症(巻貝)、ギニアワーム(微小甲殻類)

4) Diseases with water-related Insect Vectors

: 生活圏内の河川、止水が媒介昆虫(Vector)の成長の場となっている疾病

(例) マラリア、フィラリア、黄熱病(蚊)、オンコセルカ症(ブユ)、眠り病(ハエ)

5) Infections primarily because of Defective Sanitation

: し尿処理の不適切により、排泄物中の寄生虫卵等が皮膚、飲食を通じて感染源となる疾病

(例) 回虫症、鉤虫症

これらの疾病のうち消化器感染症、皮膚病、ギニアワーム症、回虫症等は清浄な飲料・生活用水の使用と適切なし尿処理によって予防することができる。しかし、1985年には途上国の都市住民の25%、農村住民の71%は安全な飲料水のアクセスをもっていなかった。し尿処理にいたっては、都市住民の47%、農村住民の87%が、その施設をもたなかった(Agarwal et. al. 1981)。

この結果、毎年600万人の5歳未満の子供が下痢症で死亡し、毎年8億人がマラリアにかかり、そのうち120万人が死亡するなど、多くの人々の健康・人命が被害を受けている。下痢症が子供の栄養不良と悪循環の関係にあり、病気が生命を奪わない場合でも、心身の正常な発達を妨げ、他の病気の感染・致命率を上昇させることは、よく知られている。

近隣に給水施設をもたない農村の住民(特に女性)は、多くの時間と労力を共同水栓や井戸からの水汲みに割いている。都市では、公共の水道料金よりも高い値段の売水に、乏しい収入を費やす住民がいる。どちらの場合にも、一人当たりの水使用量は、給水施設をもつ場合に比べてきわめて少量である。

住血吸虫症やマラリアは、昆虫等の中間宿主の繁殖を断つことが重要な疾病予防対策であるが、棲息地域が広大であるため、いまだ世界的に効果を上げるには至っていない。逆に、生活廃水の増大と、その不適切な処理や、灌漑施設等のインフラストラクチャーの整備によって蚊や巻の棲息地が拡大し、疾病の危険が拡大した例がある。

### (3) 人口増加と都市化

1985年現在、世界人口の75%(36億人)は開発途上国に居住しており、この割合と人口は、

2025年には83%（68億人）となる見込みである。開発途上国の人口増加は、年率3%前後の高率を続けており、多くの国において、実質経済成長率を上回るものとなっている（大来監修1988）。

開発途上国における都市人口の増加は、さらに著しいもので、1950年から1985年までの35年間に、先進諸国の都市人口が4億4,700万人から8億3,800万人へとほぼ倍増したのに対し、開発途上諸国では2億8,600万人から11億4,000万人へと4倍に増えた。

開発途上国の都市人口の増加率は、1950年代後半の年5.2%から、1980年代の年3.4%へと全体的に低下してきているが、それにもかかわらず、現在の趨勢が続くならば、第三世界の都市人口は2000年までに7億5,000万人増加するであろう。

都市人口の割合の増加は、農村から都市への人口の移動による社会的増加による部分が多いが、このような人口移動は、都市における雇用機会の増大というpull factorによって引き起こされるというよりは、農村部の経済的困窮というpush factorに負うところが大きい。

このため、都市流入人口の少なからぬ部分は、失業者（unemployed）、半失業者（underemployed）、インフォーマルセクター従事者と、その家族によって占められ、政治的に無力で、経済的にも不安定な生活条件のもとにある。これらの人々は、都市の内部や周辺にインフォーマルなコミュニティを形成していくが、劣悪な住居、感染症の蔓延の危険の大きい衛生環境、悪化の一途をたどる人口過密化は、社会的・経済的にvulnerableな人々の健康を、さらに脅かすこととなる。

上に述べた開発途上国の急激な人口増加は、すなわち、様々の健康被害の危険にさらされる人口の増加を意味している。感染症の危険地域に住居する農村・都市の人口は増加し、給排水施設の整備は、まだ人口増加のスピードに追いついていない。さらに、都市への人口と生産等の活動の集中は、それらの活動に伴う新たな諸問題を生み出す。開発途上国の都市問題の一部は、先進工業国の経験と共通している。しかし、都市化の急激さ、スラムや不法住居区の爆発的拡大など、未曾有の問題に起因する環境衛生問題の深刻さは、途上国独特のものである。また、その解決のために政府その他が求められている方策の実施も大きな課題である。

## 8-2 現 状

### (3) 上下水道

安全な飲料水の供給と衛生施設の整備（と、それらの有効な利用）は、疾病の予防、疾病が原因となる経済的な負担や世帯の困窮を防ぎ、水を得るために費やされている（特に女性の）労働力、時間、買水のための支出等を軽減し得る。

水に関連する疾病の罹患者数、死亡者数は膨大な数にのぼり、WHOの前事務局長Dr. Mahlerは1980年の国連総会で「人口1,000人当たりの給水管の数のほうが、病院のベッドの数よりも、よい健康の指標となろう」と述べた。1980年11月のこの総会で、「国連水道と衛生

の10カ年計画（International Drinking Water Supply and Sanitation Decade, 1981～1990）」が正式に宣言され、1990年までに、すべての人々に安全な飲料水と適切な衛生施設へのアクセスをもたらすことを目標に、諸々の活動が実施されている。

しかしながら、以下に述べるような問題点が、開発途上国の飲料水供給・衛生施設の整備のうえで指摘され、10カ年計画の目標達成の阻害要因となっている（桜井 1988）。

#### 1) 適正技術

先進国と同様の高コストのシステムは技術的、経済的、社会的に困難であり、開発途上国の現状に適した給水・衛生システムを開発する必要がある。

#### 2) 住民参加と衛生教育

ハードウェアの整備も、利用者がその意義を正しく理解して使用しなければ何の効果もなく、逆に害となることもあり得る（例えば、清潔な共同水栓の水を不潔な容器で汲み、煮沸せず飲むなど）。

様々なプロジェクトで設置されたトイレが使用されないままモニュメント的に放置されているなどは、そのよい例であろう。

また、下水処理施設の整備を伴わない家庭用水栓の普及は、未処理の生活廃水の量を増やし、伝染病を媒介する昆虫の棲息地区を拡大するおそれがある。

タイ国PHC活動の一環として、住民が村落の隣人の労働提供と、Local Materialを利用して作る雨水貯蔵タンクの製作が行われているが、これらの活動は、農村部における住民参加の例である。

共同井戸や水栓についても、住民が受益者として、その利益を理解し、建設、維持管理、運営に責任をもつこと、また参加した住民が真の受益者となることが重要である。

#### 3) オペレーション、メンテナンス、リハビリテーション

いったん建設された給水・衛生施設が、正しく使用され続けるためには、維持管理、修理等を常に行わねばならず、このためには運営組織の技術、経済的な裏づけが不可欠であるが、途上国においては、こうした裏づけが往々にして欠けている。

#### 4) 費用の回収

低所得の都市・農村の住民を主とする社会インフラとしての上下道施設は、生産インフラに比べて投資効果としての金銭的便益が少ない。さらに、運転・維持管理・更新の費用を回収するための方策、特に料金徴収にかかるマネジメントと受益者の支払い能力、支払う意思の欠如が、投資・運営費用の回収を、さらに困難にしている。

#### 5) 上下水道セクター担当組織の強化

3)、4)に関連して、上下水道事業を実施する都市、農村の事業組織の人的・財政的・技術的な強化が不可欠である。

#### 6) し尿衛生処理

上下水道の整備による水の供給は、必然的に、生活廃水の増加を伴うが、衛生施設の整備は上水よりさらに遅れており、住民にもその意義が理解されにくい。また、伝統的な文化や慣習（例、人糞の利用）、施設の利用を妨げる例も多く、国連の10カ年計画においても飲料水供給に比べて目標達成が大幅に遅れている。

## (2) 廃棄物処理

適切な廃棄物処理は、住民の健康を守り、快適な生活環境を保つために必要不可欠である。生活様式や食習慣によって、ごみの質・量が異なるため、先進国のごみ処理技術が、そのまま適用できることは少ない。途上国の廃棄物問題の特徴として、以下の点を挙げる事ができる。

- 1) 一人1日当たりのごみ発生量が少なく、ごみの比重が大きい。このため先進国のコンパクト型ごみ収集車の積載量超過による故障が起こる。
- 2) 深刻な失業問題を考えると、省力化よりも労働集約型システムのほうが低コストとなる。
- 3) スラム地域のごみ処理は、通常の都市の廃棄物収集の方法が適用できない。
- 4) 都市清掃の各段階（排出、収集、積替、輸送最終処分）で廃品回収が行われ、都市清掃事業の効率を低下させているが、強権的排除は妥当でない。

生活廃棄物のほかにも、産業廃棄物、危険な化学薬品、放射性物質などが適切な回収、処理システムと規制・Enforcement力がないために、一般の廃棄物とともに投棄され、労働者、住民の健康を脅かし、土壌や水の汚染を引き起こしている例がある。

西アフリカ諸国やタイでは「先進国からの産業廃棄物輸出」が表面化し、問題となっている。

## (3) Vector Control

昆虫等によって媒介される感染症の感染の経路を断つ有効な予防策の一つとして、Vector Control（媒介生物の抑制）がある。多くの疾病がまだ有効なワクチンによる予防不可能である現状においては、Vector Controlが唯一の有効な予防策と考えられる場合がある。

特に多くの患者数を記録しているマラリアについては、1943年にDDTの散布が媒介蚊の減少の絶大な効果を示したため、Vector Controlによるマラリア撲滅計画が立案されたほどである。

しかしながら、DDTや、その後使用された殺虫剤に対して抵抗性をもつ新種の蚊が発生し、散布の効果が低下したため、各国のマラリア対策は大きな打撃を受けた。

さらに、殺虫剤の残留による土壌の汚染や、人畜の体内への蓄積による健康への影響が懸念されるようになったため、Vector Controlプログラムの実施は一層の注意を要するものとなった。

上記のような問題がなくとも、広大なVector 棲息地域で実効をあげるために要する薬剤・車輛・人員等のための事業費は莫大な額であり、途上国の保健予算を圧迫するものとなっている。

#### (4) 都市化のもたらす問題

前に述べた途上国における未曾有の都市の爆発は、それに伴う環境の悪化を伴っている。生産活動、特に工業活動の集中に伴う大気、水の汚染・汚濁のほかに、（自動車）交通量の増加に伴う排気ガスによる大気汚染は、すでに途上国の多くの都市で深刻化している。また、人口密集地区における家庭用暖房や炊事に由来する大気の汚染が問題となっている都市もある。生活廃水による都市の水質汚濁は、東南アジア主要都市で産業廃水を上回る影響をもっている。

こうした自動車や家庭を発生源とする水や大気的环境汚染・汚濁は、工場等を発生源とする汚染・汚濁とは異なる規制や対策を必要とする。

また、排気ガス規制等の直接的な対策のほかに、燃料の価格政策や都市交通計画などの間接的な対策による環境の改善が図られる必要がある。

引用・参考文献

- (1) 大来 佐武郎 監修, 1988年, 地球の未来を守るために—環境と開発に関する世界委員会,  
福武書店.
- (2) Agarwal, A., Kimondo, J., Moreno, G., Tinker, J., 1981, WATER, SANITATION,  
HEALTH — for ALL ?, An Earthscan paperback, Institute for Environment and  
Development
- (3) 桜井 国俊, 1988, 「環境衛生分野の国際協力」, 環境情報科学, vol.17 no.2.
- (4) Ohse, T. 1988, EPIDEMIOLOGY OF HUNGER IN AFRICA, "Health, Nutrition, and  
Economic Crisis "
- (5) Go, Frank., 1987, ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT — An EIA Guideline  
Document, Monitoring and Assessment Research Center and WHO.

