

## 第2章 世界における灌漑開発と水管理

### 2.1 開発途上国における灌漑開発

#### 2.1.1 世界の灌漑面積の推移

世界のデータが揃っている最新年である 1996 年時点の世界の灌漑面積合計は、263 百万 ha となっている (Table 2-1 参照)。その内、開発途上国が占める割合は約 70% となっている。地域的に見ると、世界の灌漑地の 3 分の 2 はアジアにあり、耕地の灌漑率は約 35%、農業生産への寄与率は 50% を上回っている。アジアの総灌漑面積は、1960 年から 1990 年の間にほぼ倍増し、農業生産の目覚ましい増大をもたらした。ラテンアメリカには、現在、約 13 百万 ha の灌漑地があり、耕地の灌漑率は約 11%、世界の灌漑地に占める割合は約 5% である。ラテンアメリカの 1965 年時点の灌漑面積は約 9 百万 ha であったと推定されており、約 30 年間で灌漑面積が 45% 増加したこととなる。他方、アフリカ大陸の灌漑総面積は、約 12.4 百万 ha とみられ、耕地の 7.5% にあたる (Tsutsui, 2000; FAO, 1996)。

アジアとラテンアメリカの例で見ると、灌漑面積はここ数十年で著しい増加を示したが、その増加率は 1970 年代の半ばに年率 2.3% でピークを打ち、ここ 10 年間は同 1.4% に減速している。1 人当たりの減速の度合いはさらに大きく、1 人当たりの灌漑面積はピークの 1978 年からみると、88 年までに 5% 近くも減少している。その後、90 年前後にやや回復し、90 年代には 1000 人当たり約 45.8ha と横ばいとなっている (ワールドウォッチ研究所, 1999)。

この増加率の減少の理由としては、建設費用の増大、作物の実勢価格の低下、環境および社会費用に対する認識の増大、灌漑実績の

Table 2-1 世界の灌漑面積の推移（1961-96年）

年	合計面積	人口1000人当たりの灌漑面積
1961	139 (100万 ha)	45.0 (ha)
1962	141	44.9
1963	144	44.9
1964	147	44.8
1965	150	44.9
1966	153	44.9
1967	156	44.8
1968	159	44.9
1969	164	45.1
1970	167	45.2
1971	171	45.3
1972	174	45.2
1973	180	45.8
1974	183	45.8
1975	189	46.3
1976	194	46.7
1977	198	47.0
1978	204	47.4
1979	207	47.4
1980	209	47.1
1981	213	47.1
1982	215	46.6
1983	216	46.2
1984	221	46.4
1985	224	46.2
1986	225	45.8
1987	227	45.3
1988	230	45.1
1989	236	45.5
1990	241	45.8
1991	245	45.9
1992	248	45.7
1993	252	45.7
1994	255	45.7
1995	259	45.6
1996	263	45.8

出典：FAO, FAOSTAT Statistics Database, Rome; USDA, Agricultural Resources and Environmental Indicators (Washington, DC: 1996-97)

引用：ワールドウォッチ研究所（1999）「地球データブック 1999-2000」

低迷などが挙げられる (FAO, 1993)。建設費用の増大は、開発適地減少等によりもたらされたものである。Table 2-2 にアジア諸国における建設費増大の事例を示す。大賀 (1998) は、「現在の国際的な農産物価格レベルを前提にして経済効率的に見て灌漑できる面積はほぼ灌漑しつくされており、経済的な投資効率を考えずに回収の見込みのない灌漑投資を開発途上国で続けることは、現在の市場経済化という流れと国際的枠組みの中では非現実的である」としている。

このような状況下、世界銀行・アジア開発銀行などでは、1980年代以降、灌漑を中心とした農業投資を縮小してきており、このことが直接的な原因の一つとなり、開発途上国における灌漑面積の増加率は減速しているのである (大賀, 1998)。

### 2.1.2 灌漑と水資源

世界の年間降雨量 11.3 万 km<sup>3</sup> の内、約 64% が蒸発し、残り 4.0 万 km<sup>3</sup> が陸地からの総流出量である。このうち 2.6 万 km<sup>3</sup> が洪水流出量で、その大部分は利用の難しい無効流出となるので、残りは 1.4 万 km<sup>3</sup> となる。しかし、この基底流出量のうち 0.5 万 km<sup>3</sup> は人間の居住に適さない地域を流れているので、この分を差し引くと開発可能な水資源は年間約 0.9 万 km<sup>3</sup> となる。この値を年間 1 人当たりの水需要量 (生活用水, 農業, 工業を含む) 350~400m<sup>3</sup> で割ると、200 億ないし 250 億の世界人口を養える勘定になる。しかし、水資源分布の偏在, 人口分布の偏在, さらに自然環境保全の必要性などを考えると、21 世紀中に達すると予想される世界人口, 100 億人が必要とする水を現在の先進諸国の水使用量と同じレベルで供給することはきわめて難しい (綿抜, 1998)。

Table 2-2 新規灌漑システムの建設費用  
(実質コスト) の推移

(単位：ドル/ha)

	インドネシア (85年価格)	フィリピン (85年価格)	スリランカ (86年価格)	タイ (85年価格)
1966~69年	1,521	1,613	1,470	1,419
1970~74年	1,681	1,882	2,056	2,584
1975~80年	3,187	2,263	2,909	2,366
1981~85年	3,283	2,688	5,288	2,276
1986~88年	4,096	—	5,776	2,812

出典：国際食料政策研究所 (IFPRI) "ASIAN FOOD PRODUCTION IN THE 1990 S".

引用：大賀圭治 (1998) 2020年世界食糧需給予測，農林水産省農林研究センター，国際農業研究叢書第6号

Table 2-3 に大陸別水資源分布を示す。この表に示されるように、アジア、ヨーロッパおよびアフリカの動向は水不足へと向かっている。年間の国内における更新可能な水資源が 1 人当たり  $1,000\text{m}^3$  以下の場合には、水利用可能量が社会経済開発及び環境保護に対する厳しい制約になると考えられている。1 人当たり利用量が  $2,000\text{m}^3$  以下の国々は、地域的に非常に深刻な水不足に直面し、乾燥年には、重大な問題となる。予想では、今世紀中に 40 カ国以上の国で 1 人当たり  $2,000\text{m}^3$  以下に落ち込むものと予想されている。以上のように水資源を取り巻く状況は厳しく、今後、世界の人口増加により、より深刻な事態が生じることが懸念される (FAO, 1993)。

そのような状況下、農業は Table 2-4 に示すように世界の水利用の 3 分の 2 以上を占めており、今後、益々、効率的な水利用を求める声は強くなっていくことが予想される。

### 2.1.3 灌漑と食糧安全保障

灌漑農地は世界の農地の 17% を占めるに過ぎないが、世界の食糧生産の約 40% を担っている。1960 年代半ばから 80 年代半ばまでの農業生産の増加は、半分以上が灌漑の効果によるものである (ワールドウォッチ研究所, 1999)。このように、灌漑が世界の安全保障に果たしている役割は大きい。

Fig. 2-1 に、世界の食糧生産と人口の関連を示す。世界の食糧生産は、1980 年代前半までは世界人口の増加を上回るペースで増えてきたが、以降は増え方が小さくなり生産量は伸び悩み気味になっている。そのため、人口 1 人当たりの穀物生産量は、Fig. 2-2 に示すように 1990 年以降減少傾向にある。また、1 人あたりの農用地面積

Table 2-3 大陸別水資源の分布

大 陸	年 間 雨 量			1人当たり水資源 (1,000m <sup>3</sup> /年)		
	量 (km <sup>3</sup> )	比 率	単位当たり水量 (L/km <sup>2</sup> )	1960	1980	2000
アフリカ	4,570	10	4.8	16.5	9.4	5.1
アジア	14,410	32	10.5	7.9	5.1	3.3
オーストラリア	348	1	1.4	28.4	19.8	15.0
欧 州	3,210	7	9.7	5.4	4.6	4.1
北・中米	8,200	18	10.7	30.2	21.3	17.5
大洋州	2,040	5	51.1	132.0	92.4	73.5
南 米	11,760	27	21.0	80.2	48.8	28.3
世 界	44,538	100	10.4	13.7	9.7	7.1

出典：Ayibotele, 1992; Gleick, 1993; Shiklomanov, 1996

引用：国際連合食糧農業機関編（1998），世界食糧サミットと  
その背景，FAO世界の食料・農業データブック

Table 2-4 大陸別の水利用状況 (1990年)

大 陸	農業用 (%)	家庭用 (%)	工業用 (%)	合 計	
				年間総量 ( km <sup>3</sup> )	年間1人当たり ( m <sup>3</sup> )
アフリカ	88	7	5	144	245
アジア	86	6	8	1,531	519
旧ソ連	65	7	28	358	1,280
欧州	33	13	54	359	713
北・中米	49	9	42	697	1,861
太平洋州 (含むオーストラリア)	34	64	2	23	905
南 米	59	19	23	133	478
世 界	69	8	23	3,240	644

出典：WRI, 1994

引用：国際連合食糧農業機関編 (1998), 世界食糧サミットとその背景, FAO世界の食料・農業データブック

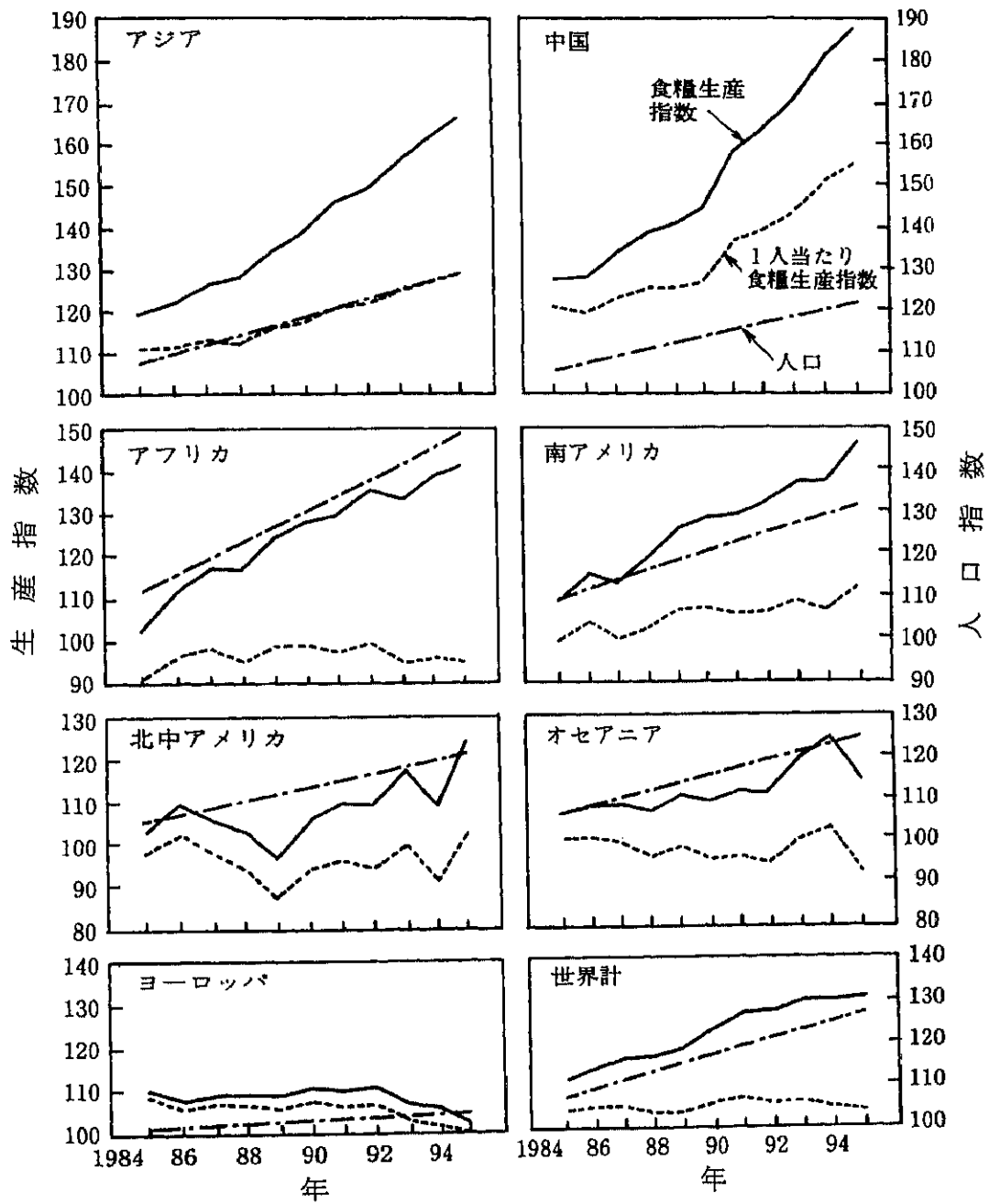


Fig. 2-1 食糧生産と人口の地域別推移  
(1979 ~ 1981年 = 100)

出典：FAO Production Yearbook (1994)

引用：綿抜邦彦 編著 (1998) 100億人時代の地球，農業統計協会



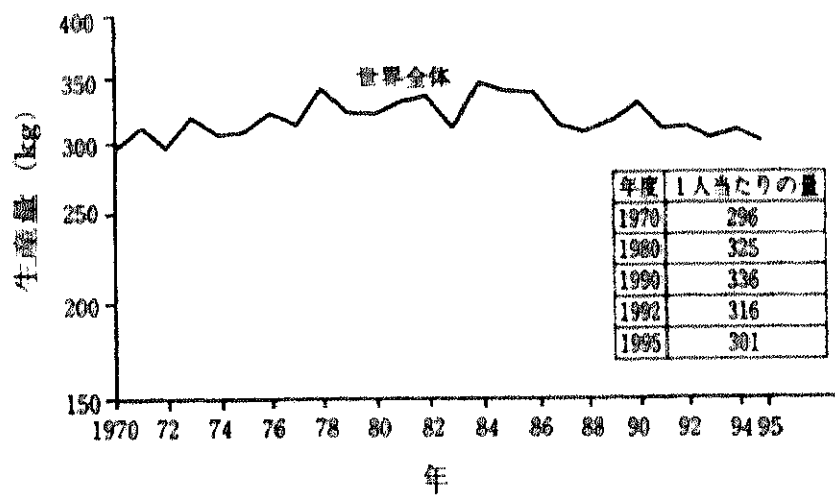


Fig. 2-2 人口1人当たりの穀物生産量の推移

出典：USDA「穀物：世界の市場と貿易」1995年8月

引用：綿抜邦彦 編著（1998）100億人時代の地球、農業統計協会

も、人口増加だけではなく、世界各地で進行している砂漠化、乾燥化、土壌劣化ならびに工業化・都市化等、様々な要因のため、Fig.2-3に示すように減少傾向にある（綿抜、1998）。

このような状況であるが、今後、世界全体として見れば、耕地面積が増加することや、また、灌漑面積を増やして土地の利用効率を上げるということも限界がきているとされている。（大賀、1998）

以上の点から考えると、灌漑農業の今後の焦点は、既存地の効率的・効果的利用にあり、またその役割は、今後の人口増加や経済的発展が食糧需要を押し上げるに伴い、益々、高まっていくものといえる。

## 2.2 水管理の現状と課題

### 2.2.1 水管理の現状

世界の人口と食糧の需要量が、これまでにない勢いで増えている今日、農民に対して水の供給を増やすことは一段と困難になっている。危うい状態にある水および土地資源に対して圧力が強まるばかりであり、これを効率的に管理することが重大かつ緊急な責務となっている（FAO, 1996）。

そのような状況にもかかわらず、開発途上国灌漑地区の水管理は未だ多くの問題を抱えている。FAOがアジアの灌漑状況を分析した結果として、「灌漑地の多くで、生産性は、非効率的な水利用、作付率の低さ、管理上の失敗並びに湛水と塩害の問題のため、当初の想定を下回った」としている。また、アフリカの状況として、「政府管轄の灌漑地区では潜在的利益を上げるに至っていない」と管理のまずさを指摘している。一方、ラテンアメリカの場合についても、

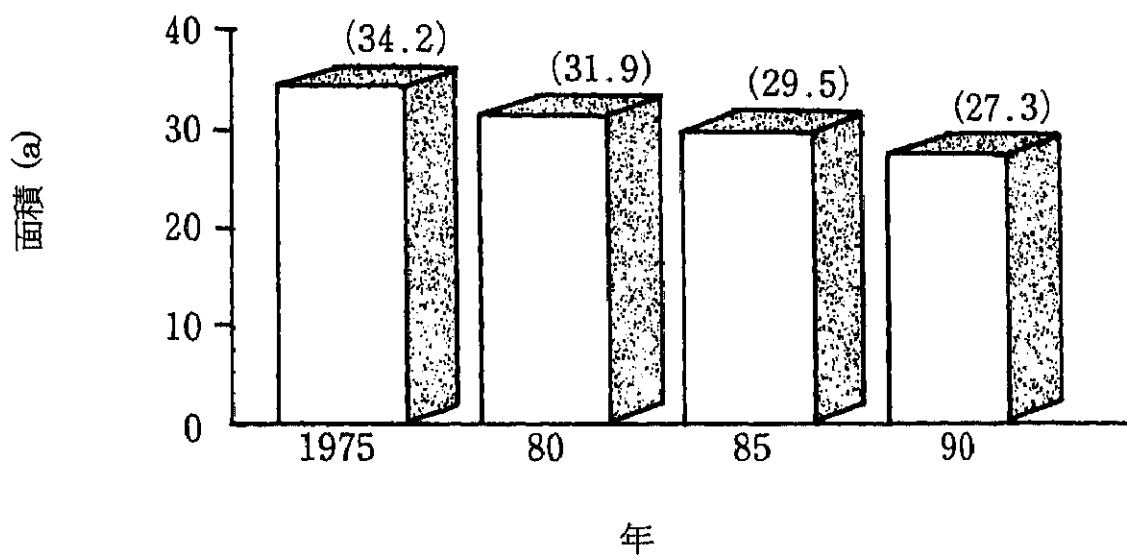


Fig. 2-3 世界人口 1 人当たりの農用地面積の推移

出典：FAO Production Yearbook

引用：綿抜邦彦 編著（1998）100 億人時代の地球，農業統計協会

「システムの運用よりも構築の方に力点が置かれてきた，農民が計画決定に加われなかったなどの背景に，社会的および技術的諸問題が累積された結果，システムの効率は低い」としている（FAO, 1996）。

次に，開発途上国における水管理の主な課題について述べることにする。

## 2.2.2 水管理の課題

### 2.2.2.1 持続的水管理体制の確立

政府による灌漑管理は，あまり良い結果を残していない（FAO, 1993）。多くの開発途上国で，第二次世界大戦後，国家プロジェクトによって開発された灌漑施設の大半は，その建設から維持管理までのほとんどが政府予算・スタッフにより行われてきたため，①受益者である農民の施設管理に対する責任意識が乏しい，②財政圧迫により，適切な維持管理費の支出が困難，という状況を招くに至った。また，必要な維持管理費は受益者からの水利費によって充当するという試みも，ほとんどの国の場合，低調な結果に終始した。そのため，多くの国では，現在，不適切な水管理や施設維持管理の問題に直面している。

FAOの事例研究によると，1980年代半ばのアジア6カ国における政府補助金の平均割合は維持管理費全体の90%に達していたにもかかわらず，水利費は，平均して，灌漑により得られた便益の8%以下であったと報告されている（FAO, 1993）

このような背景下，1980年代の後半以降，政府支出金の削減と水管理の改善を目的とした，「参加型水管理制度」の導入を開始する開発途上国が増加している。その制度の柱は，農民組織への施設管理

移管と水利費徴収である。しかしながら、政府主導から農民参加型水管理への移行は、農民の施設共同管理の経験が乏しいこともあり、必ずしも順調とは言い難く、多くの課題と直面している。

しかし、前述のように参加型水管理制度の導入は、持続的水管理体制構築への残された唯一の選択肢ともいえ、その成否は今後の途上国の灌漑農業に大きく影響を与える結果となる。

#### 2.2.2.2 公平な配水の実現

上記のように灌漑開発とその管理は、受益者である農民不在の下、政府主導により推進されてきた。また、1980年代前半までは、新規地区の開発に重点が置かれてきたため、水管理に十分な注意が払われてきたとは言い難い。そのためか、開発途上国灌漑地区における水管理は、非効率かつ不公平であるという問題を抱えている。特に上流地区優位の取水は、数々の問題を生じさせている。

南アジアでの調査は、「水路上流部の農民が5回灌漑できる間に、末端部の農民はかろうじて一回灌漑できるだけだと指摘している。また、水量が少ないうえに、いつ水が来なくなるか予測がつかないので、用水路網の下流の農民はリスクの少ない作物を栽培し、肥料も与えない。その結果、収量はたいてい上流部から下るに従って減り、同時に農民の所得も減ってくる」と指摘している(Postel, 2000)。

Postel (2000) は、「このような配水の歪みによって生じる生産性の低下、所得の減少、大きな不公平感、農業生産資源の浪費と劣化は、灌漑の抱えるさまざまな問題のなかでも非常に深刻な、未解決なものの一つになっている」としている。

他方、FAO (1993) は、「公的水供給のシステムのほとんどは、保

守のまずさに影響されており，配水は農民の要望と必要性に応えるものとなっていない。こうした状況は，多くの農民が水料金を支払わない事実によるものであり，従って，適当なサービスが与えられないのだという議論がしばしばなされる。一方農民の側は，作物の収益が余りにも少なく，与えられるサービスの質も悪いため料金を払うことができないと主張する」と言及している。また，「経験からいえることは，水が適時にかつ量的に十分に利用できるのであれば，農民は喜んで水に対して料金を支払う」と指摘している。

この事例で見てきたように，公平な配水の実現は持続的水管理体制構築への前提条件といえる。

しかしながら，開発途上国に多く存在する大規模灌漑地区における公平な配水の実現は，その対象とする面積が大きいがゆえに特に難しく，未解決な問題のままとなっている。

#### 2.2.2.3 水利用効率と生産性の向上

FAO（1996）は，「アジアの灌漑農地での作付率は現在約 120%とみられるが，その数値は灌漑の実施可能性調査の値を随分，下回っており，多くの灌漑地での生産性は期待はずれの結果に終わっている」と報告している。また，「水と適地がますます手に入りにくくなっていることから，灌漑事業は増大する食糧需要を充足するため，これまで以上の実績をあげ，高い生産性を達成しなければならない」とも指摘している。

このように食糧需要の充足という観点，また持続的水管理体制構築への前提条件である農家経済状況の改善の点からも，適切な水管理の実施による生産性の向上は急務のことといえる。

一方、年毎に緊迫の度合いを深めている水資源問題の存在にもかかわらず、現状における灌漑水の利用効率は低く、FAOの調査によれば灌漑水の内、作物によって有効に利用されているのは半分未満（45%）で、残りは全く圃場に到着しないか、無駄に使われているとしている（FAO, 1998）。

このような状況下、灌漑水の効率的な利用は今後の大きな焦点となっており、Postel（2000）は、「1ha当たりの土地でどれだけの食糧が得られるかという“土地の生産性”が20世紀後半の開拓すべき限界を決したように、1L当たりの水でどれだけの食糧が得られるかという“水の生産性”が21世紀の農業の限界を決定する」としている。

また、世界の灌漑面積の約10～15%が不適切な水管理による塩類化と湛水によって劣化しており、UNEPは、「塩類化と湛水による灌漑農地の損失は、年当たり150万haに上っている」と報告している（国際食糧農業協会, 1994）。

他にも、地下水の過剰揚水から生じている問題、水質の問題、水資源管理の問題などが水管理と直接関連する課題として指摘されている（FAO, 1993）。