

世界の水資源とわが国の農業用水について

平成14年9月30日

目次

1．検討の趣旨及び進め方	p. 1
2．世界の水資源の現状と課題	
(1) 水資源の現状	
水資源の賦存量	
a．世界の水資源量	p. 5
b．地域別の水資源量	p. 6
水資源の使用量	
a．世界の水使用量	p. 7
b．地域別の水使用量	p. 8
水使用の経緯	
a．古代四大文明から20世紀へ	p. 9
b．近年の経済成長と水使用	p.10
(2) 水資源に関する課題	
水使用量の増大	
a．人口	p.11
b．食料	p.12
c．耕地面積	p.14
d．かんがい耕地面積	p.15
e．水使用量の将来見込み	p.18
f．水ストレス	p.20
水環境に関する課題	
a．水質	p.21
b．地下水	p.22
c．生物多様性	p.23
d．塩類集積	p.25
水を巡る地域紛争	p.27
最近の農業用水を巡る話題	p.28

1 . 検 討 の 趣 旨 及 び 進 め 方

(1) 検討の趣旨

近年、水に関する国際的な関心が高まっている。1992年の水と環境に関する国際会議（ダブリン会議）や国連環境開発会議（地球サミット）における議論等を経て、1997年には世界水フォーラムがモロッコにおいて開催された。同フォーラムは、国際社会における水問題の解決に向けた議論を深め、その重要性を広く世界にアピールすることを目的とし、その後も議論を重ねている。来年3月には、アジアでは初の開催となる第3回世界水フォーラムが日本において開かれ、水問題解決に向けた具体的な行動の出発点となることが期待されている。

一方、農業用水に関しては、世界の人口が増え続けている状況において食料の安定的な供給を図っていくために、その確保が不可欠であり、また、貧困層の大半が暮らしている農村地域の持続的な発展を図るためにもその適切な利用が必要である。

以上のようなことから、世界の水資源における農業用水の位置づけ、農業用水の地域的な特性を検討しつつ、今後のわが国の農業用水のあり方についての検討を行うものとする。

(2) 検討事項（案）

大事項	小事項	内 容
1．世界の水資源の現状と課題	(1)水資源の現状	地球上の水はどのような形態でどれだけ存在するか。 水資源は地域別にどう分布しているか。 水資源の使用量はどのように推移してきており、どのような目的で使用されているか。 水資源の使用は歴史的にどのような経緯を持ち、人間社会といかに関連してきたか。
	(2)水資源に関する課題	農業用水の使用を左右する世界の人口、穀物生産量、耕地面積、かんがい耕地面積はどのように推移してきており、今後の傾向はどうか。 農業用水等の水使用量は、今後、どのような傾向で変化するか。 世界では、水資源の使用が環境等にどのような影響を与えているか。 農業用水を巡って、どのような国際的な議論がされているか。
2．地域別に見た農業用水	(1)地域別に見た農業用水の現状	地域別に見た水資源や水使用の現状はどうなっており、どのような特徴を持つか。 各地域の農業用水は、どのような経緯や特徴を持つか。 各地域における農業用水の開発に、わが国はどのように貢献してきて、現状はどうなっているか。
	(2)農業用水に関する課題	地域別に見て農業用水の使用等に関する課題にはどのようなものがあるのか。

大事項	小事項	内 容
3．わが国の水資源と農業用水	(1)水資源の現状	わが国における水資源や水使用の現状はどうなっているか。 わが国の農業用水の使用状況はどうなっており、どのような特徴を持つか。 (例：水循環系への貢献、多面的機能の発揮) わが国においては、どのような経緯で農業用水の開発が行われてきたか。
	(2)農業用水に関する課題	わが国の農業用水に係る課題には何があるか（例：水質の悪化）。
4．今後の展開方向		地域別の特性を踏まえた農業用水のあり方はどのようなものが望ましく、わが国はどのようなことに取り組んでいくべきか。

(3) 検討スケジュール(案)

年月日	予 定	議 題
平成14年9月30日	第4回企画小委員会 (今回)	検討の趣旨と進め方 世界の水資源の現状と課題
" 10月～11月頃	第5回企画小委員会	地域的な特性と農業用水 わが国の水資源と農業用水
" 11月～12月頃	第6回企画小委員会	今後の展開方向 報告骨子とりまとめ
平成15年1月頃	第7回企画小委員会	報告とりまとめ

1 . 世界の水資源の現状と課題

(1)水資源の現状

水資源賦存量

a . 世界の水資源量

地球上の水の大部分が海水であり、淡水の割合は約2.5%である。

淡水の大部分は南・北極地域等の氷として存在しており、地下水を含め河川水や湖沼水として存在する量は、地球上の水の約0.8% (10,635千km³) である。

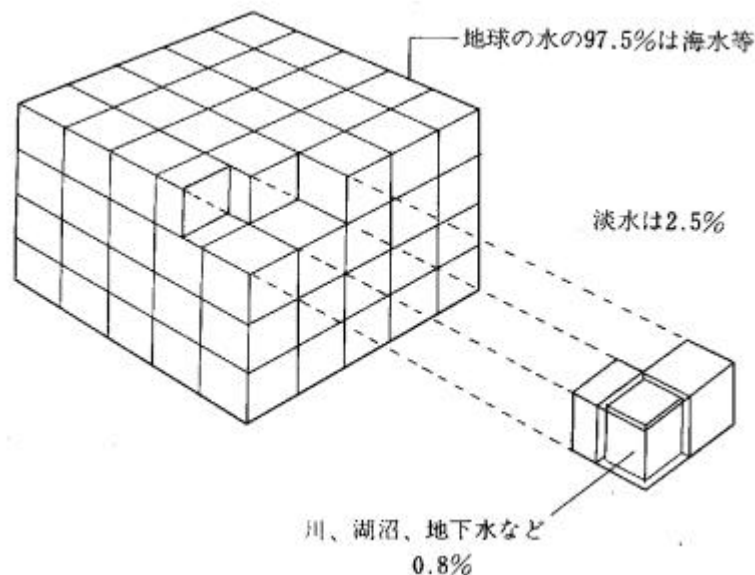
地球上の水の状態²⁾³⁾

水の種類	量 (千km ³)	全水量に対する割合(%)	全淡水量に対する割合(%)
<塩水>			
海水	1,338,000	96.5	
地下水のうち塩水分	12,870	0.94	
湖水のうち塩水分	85.4	0.006	
塩水 計	1,350,955	97.5	
<淡水>			
河川水	2.12	0.0002	0.006
湖水のうち淡水分	91.0	0.007	0.26
沼地の水	11.5	0.0008	0.03
小 計 ^()	104.62	0.0075	0.3
地下水のうち淡水分 ^()	10,530	0.76	30.1
中 計 ^(+)	10,635	0.77	30.4
極地等の氷	24,064	1.74	68.7
土壤中の水	16.5	0.001	0.05
永久凍結層地域の地下の水	300	0.022	0.86
生物中の水	1.12	0.0001	0.003
大気中の水	12.9	0.001	0.04
淡水 計	35,029	2.5	100
合 計	1,385,984	100	

地球上の水の量^{1) - 3)}

地球上に存在する水 (1,385,984千km³) のうち、地下水を含め河川水や湖沼水として存在する淡水は、約0.8% (10,635千km³) である。

さらに、この約0.8%のほとんどが地下水として存在するため、河川水や湖沼水として存在する量は、地球上の水の約0.01% (105千km³) である。



資料 : 1) V.I.Korzoun and A.A.Skolov, World Water Balance and Water Resources of the Earth, 1977年 (国連水会議資料)

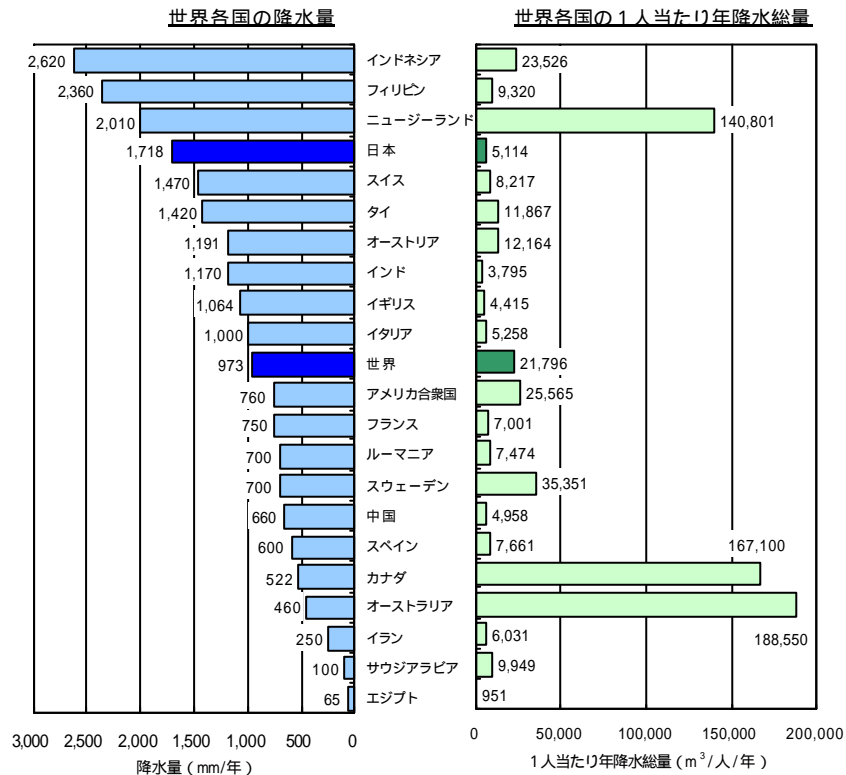
2) I.A.Shiklomanov, Assessment of Water Resources and Water Availability in the World, 1996年 (世界気象機関)

3) 国土交通省土地・水資源局水資源部, 平成14年版「日本の水資源」, 2002年

b. 地域別の水資源量

世界の降水量は地域により異なるため、河川水等の量（ここでは、年間降水総量から蒸発散及び地下水かん養にまわる水量を除いた量とする）についても、地域偏在性を有する。
特に、1人当たりの河川水等の量は地域の人口に大きく影響を受けている。

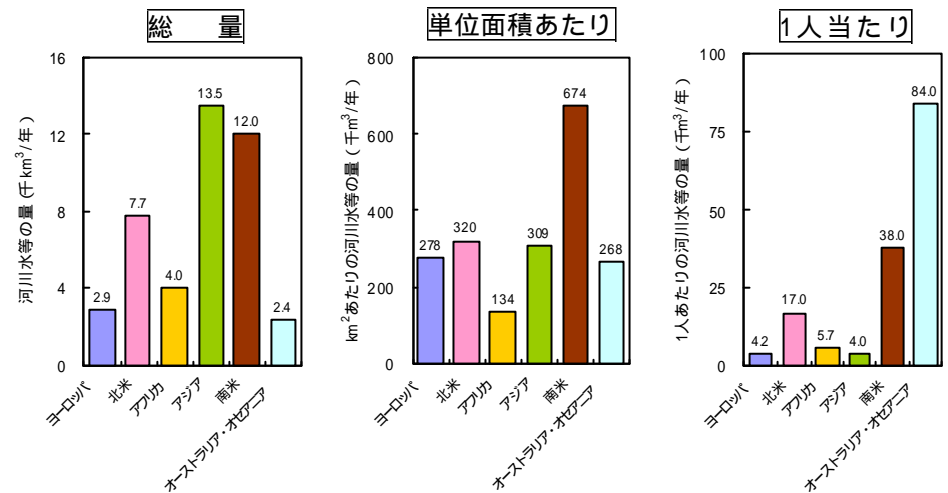
世界各國の降水量¹⁾



地域別の河川水等の量¹⁾²⁾

1人当たりの河川水等の量は地域の人口に大きく影響されている。
例えば、アジア地域の年間の河川水等の量は地域別に見れば世界最大であるが、人口が多いため、1人当たりでは世界で最も少ないものとなっている。

地域別の河川水等の量



(注) 河川水等の量 = 年間降水総量 - 年間蒸発散量 - 年間地下水浸透量

注：・日本の降水量は昭和46～平成12年の平均値。世界各國の降水量は1977年開催の国連水会議における資料による。

- ・1人当たり年降水総量の算出に際して使用している日本及び世界各國の人口は、それぞれ、国勢調査（平成12年）結果及びUnited Nations World Population Prospects, The 1998 Revisionにおける2000年推計値。

資料：1)国土交通省土地・水資源局水資源部,平成14年版「日本の水資源」,2002年
2)I.A.Shiklomanov,Assessment of Water Resources and Water Availability in the World, 1996年(世界気象機関)

水資源の使用量

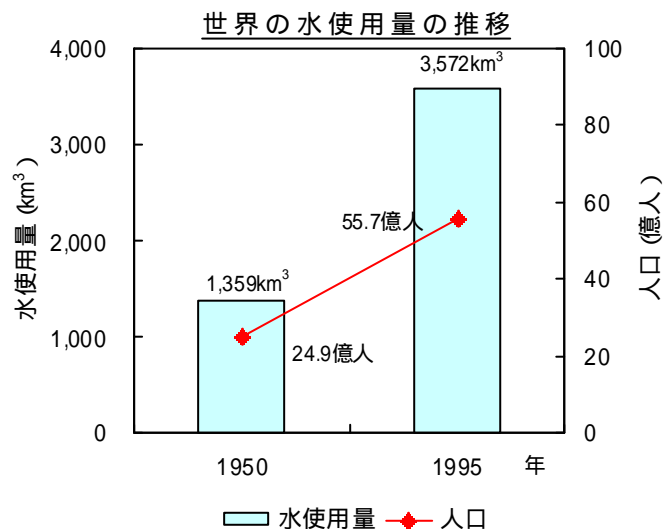
a. 世界の水使用量

世界の水使用量^{注)}は、人口の増加や生活水準の向上等を反映して増加してきており、世界気象機関の資料によると、1950年から1995年までの45年間で約2.6倍になっている。

同期間の1人当たりの目的別水使用量をみると、工業用水と生活用水の伸びが著しいのに対し、農業用水はほぼ一定である。水使用の目的別の内訳は農業用水が70%強（1995年）と過半を占めているものの、1950年時点に比べると10%以上減少している。

世界の水使用量の推移

世界の水使用量は、1950年から1995年の45年間に約2.6倍になっている。これは同期間の人口の増加率（約2.2倍）より大きい。

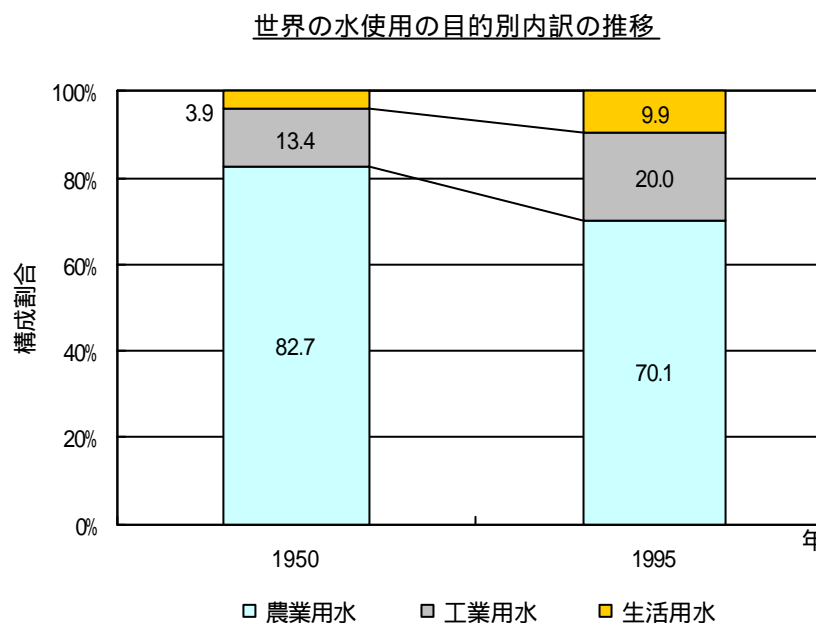


1950年と1995年の世界の水使用量及び1人当たり水使用量

	1950年		1995年		増加率	
	総量	1人当たり	総量	1人当たり	/	/
	(km³/年)	(L/日/人)	(km³/年)	(L/日/人)	(%)	(%)
農業用水	1,124	1,235	2,504	1,231	223	100
工業用水	182	200	714	351	392	176
生活用水	53	58	354	174	668	300
計	1,359	1,493	3,572	1,756	263	118
人口	24.9億人		55.7億人		224	

世界の水使用の目的別内訳の推移

1950年から1995年の間に、農業用水の割合は10%以上減少している一方、工業用水の割合は約1.5倍、生活用水の割合は約2.5倍になっている。



資料：I.A.Shiklomanov, Assessment of Water Resources and Water Availability in the World, 1996年（世界気象機関）

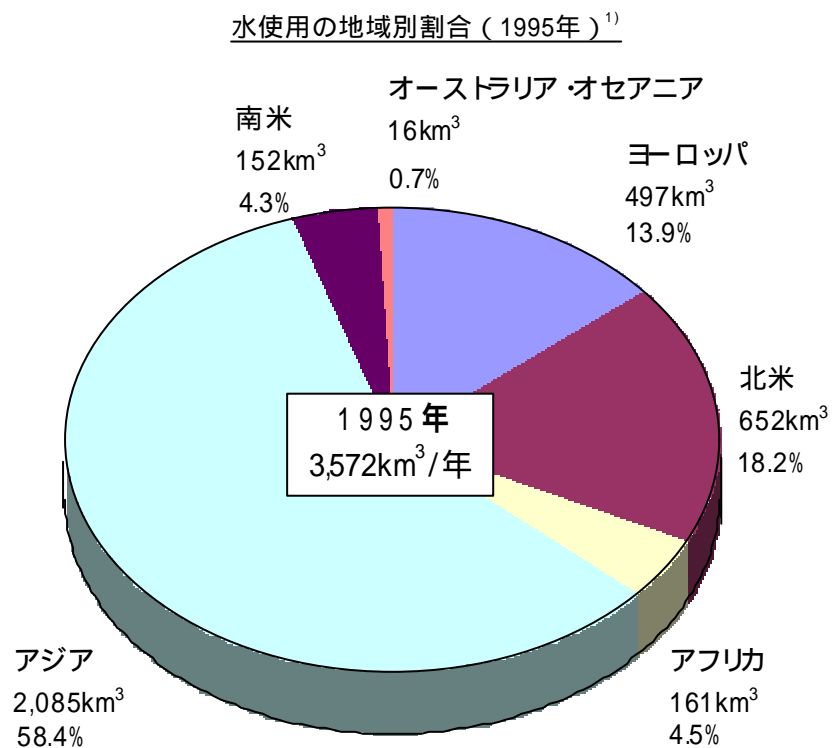
注：本委員会資料では、特にことわらない限り、「水使用量」は取水量ベース（water withdrawal）である。（以下同じ）

b. 地域別の水使用量

世界気象機関の資料によると、世界の水使用量の60%近くはアジアで使用されている。
地域別・目的別の1人当たり水使用量を見れば、生活用水、工業用水、農業用水全てにおいて北米が最も多い。

水使用量の地域別割合

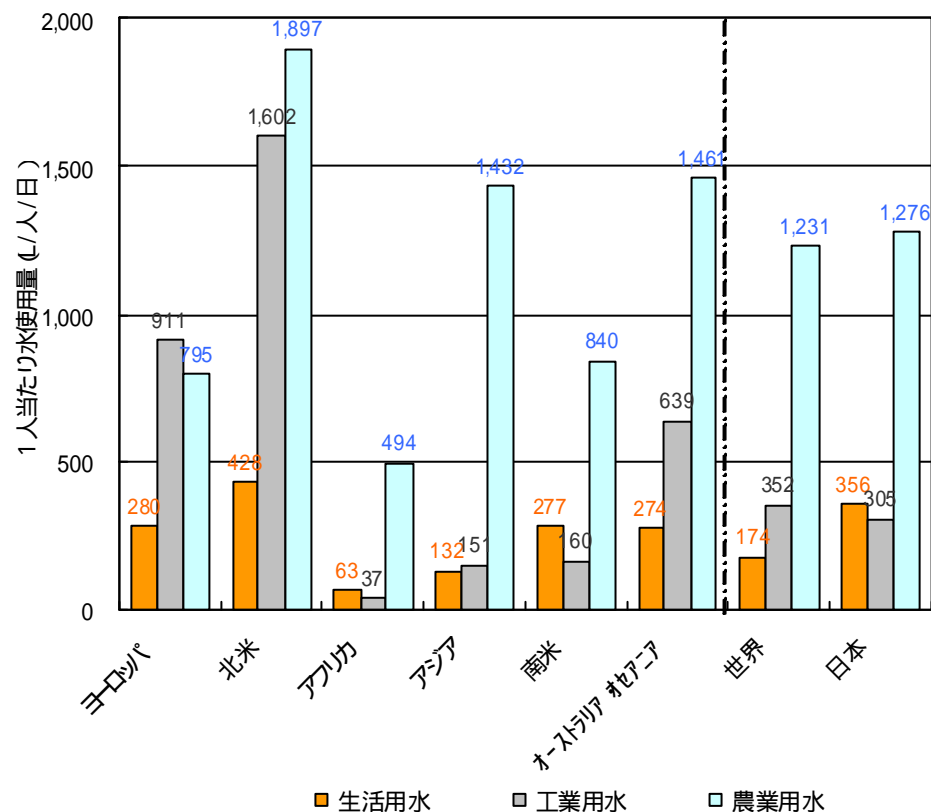
アジア地域の水使用量は世界の水使用量の60%近くを占めている。



地域別・目的別の1人当たり水使用量

目的別の1人当たり水使用量は地域により大きく差異がある。

地域別・目的別の1人当たり水使用量 (1995年)^{1) 2)}



資料: 1) I. A. Shiklomanov, Assessment of Water Resources and Water Availability in the World, 1996年 (世界気象機関)

2) 国土交通省・水資源局水資源部, 平成14年版「日本の水資源」, 2002年

水使用の経緯

a . 古代四大文明から20世紀へ

チグリス・ユーフラテス川、ナイル川、インダス川及び黄河流域では、河川の水を利用した農耕の発達により、食料供給の安定化を通じた富の蓄積が図られ、都市国家や王朝等が誕生した。

世界の水使用量は、1000km³/年に達するのに、古代以来数千年間要したが、その後2000km³/年となるのに30年間もかからなかった。更に3000km³/年となるのには、20年間かかっていない。

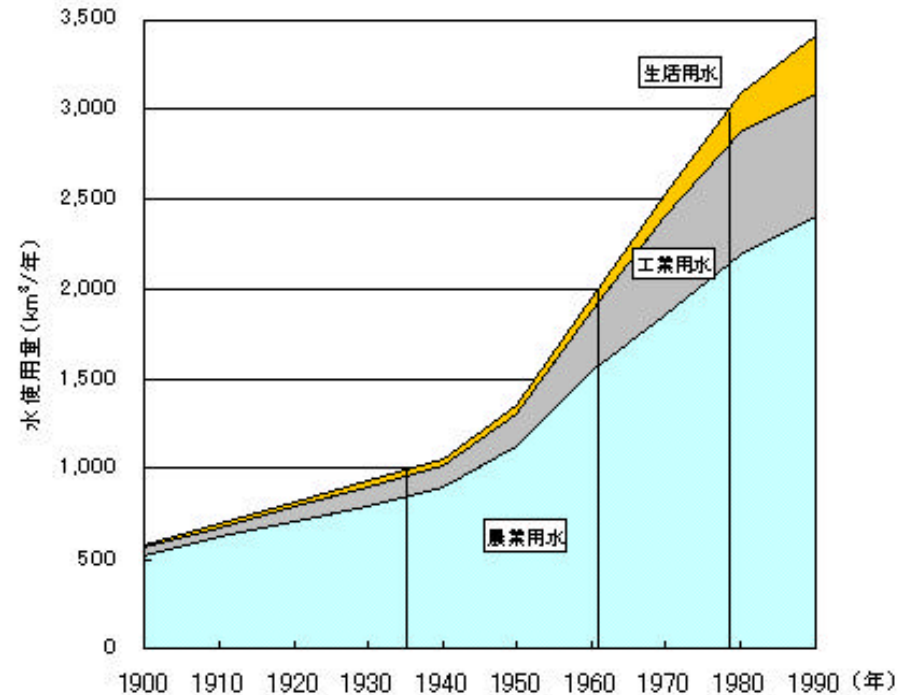
古代四大文明の概要

メソポタミア、エジプト、インダス河谷、黄河流域に紀元前から栄えた文明は古代四大文明と呼ばれる。これらの地域はいずれも降水量の比較的少ない気候条件であるが、河川の水を地域の状況に応じた方法により農耕へ有効に活用していた。

四大文明の自然と農耕¹⁾

	メソポタミア	エジプト	インダス河谷	黄河流域
気 候	半大陸的	亜熱帯	亜熱帯	大陸的
年間降雨量	250 ~ 300mm	150 ~ 250mm	250 ~ 300mm	500 ~ 600mm
母なる川	チグリス・ユーフラテス	ナイル	インダス	黄 河
河面上昇	5 m	6 ~ 9 m	4 ~ 5 m	4 ~ 7 m
出水期	3月末~6月初旬	8~10月初旬	4~8月	7~8月
主要作物	大麦2毛作	冬作 大麦	大麦2毛作	あわ・きび
かんがい方式	周年(水路)	貯留(ベイスン)	周年(水路)	溜池又は周年

世界の水使用量の推移²⁾



資料：1) 真瀬徹「アジア農業水利の進展と農村社会に関する研究」

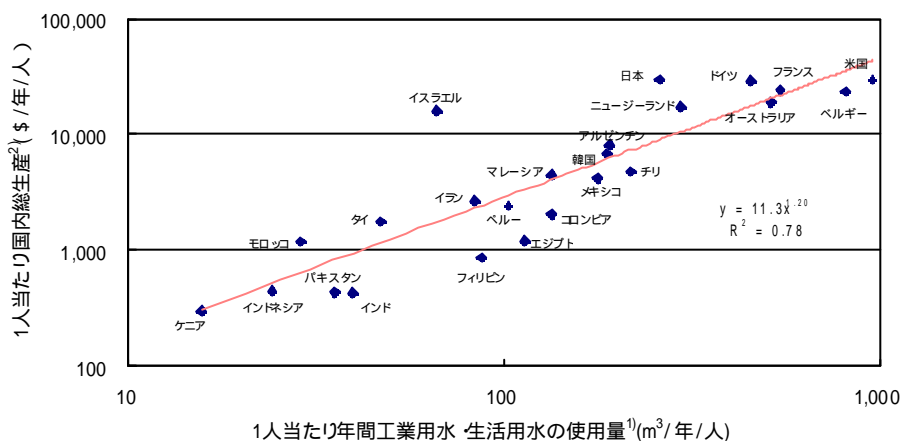
2) I. A. Shiklomanov, Assessment of Water Resources and Water Availability in the World, 1996年 (世界気象機関)

b. 近年の経済成長と水使用

近年においても、経済成長の段階が進むほど水使用量は増える傾向にある。
 1人当たり国内総生産の大きい国では、1人当たりの工業用水と生活用水の使用量も多い傾向がある。
 わが国においても、経済成長につれて工業用水と生活用水の使用量が増えている。

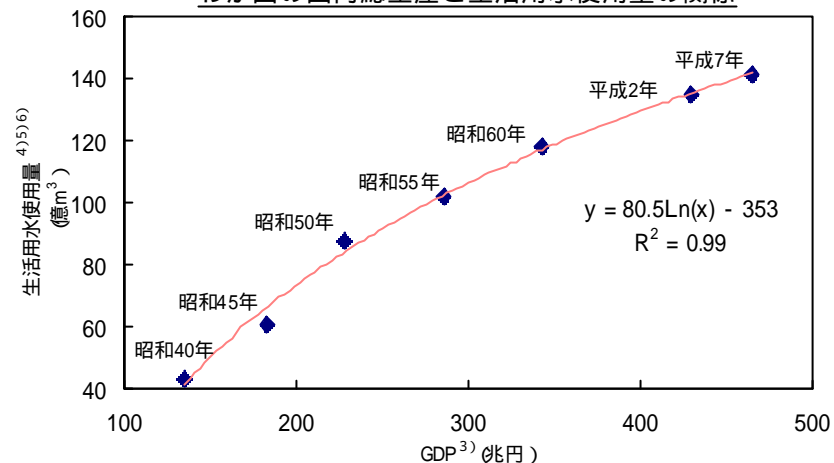
国内総生産と工業用水・生活用水の関係

1人当たりの国内総生産（GDP）と水使用量の関係（1998年）



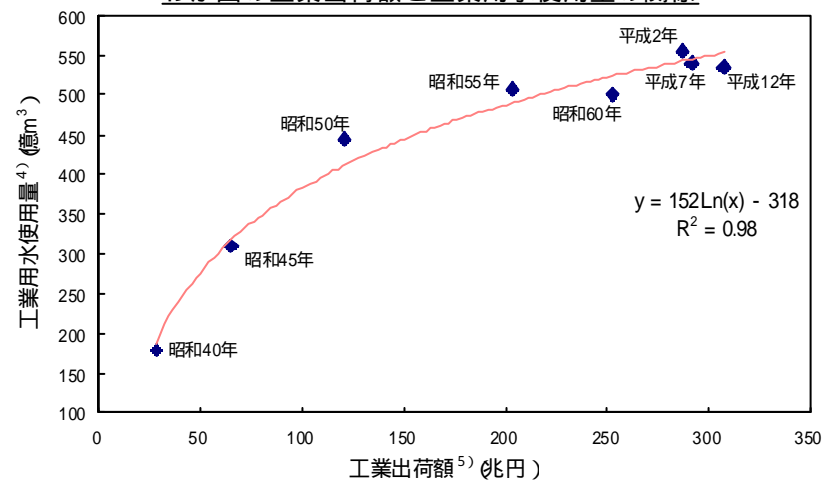
わが国の経済成長と水使用

わが国の国内総生産と生活用水使用量の関係



注1) 昭和42年及び45年の生活用水使用量は「水道統計」の年間給水量（上水道事業、有効水量ベース）から「工業統計表（用地・用水編）」の工業用水量（上水道）を差し引いたもの
 注2) 昭和50年以降の生活用水使用量は「日本の水資源」による

わが国の工業出荷額と工業用水使用量の関係



- 資料：1) AQUASTAT2002(国連食糧農業機関)
 2) 「環境要覧2000/2001」(古今書院)
 3) 内閣府「国民経済計算報告」(S30~H10)
 4) 国土交通省土地・水資源局水資源部「平成14年版日本の水資源」(2002)
 5) 経済産業省「工業統計表」
 6) 厚生労働省「水道統計」

(2) 水資源に関する課題

水使用量の増大

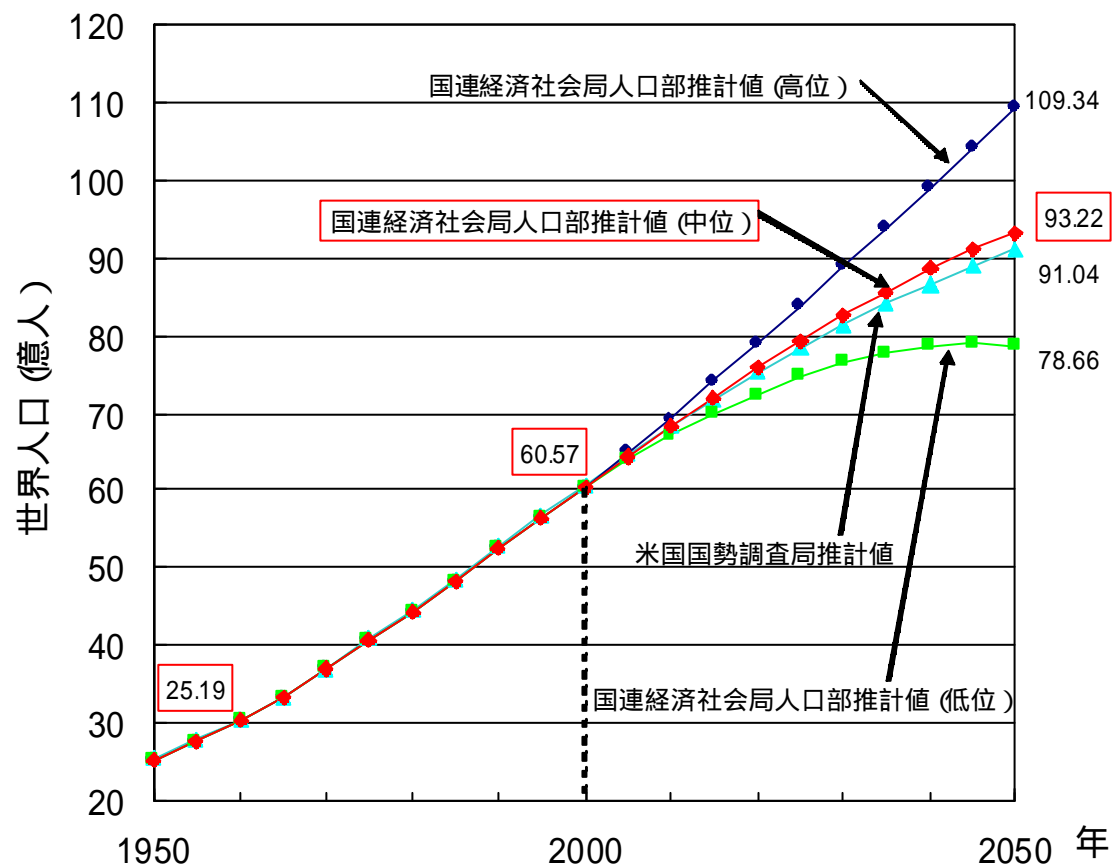
a. 人口

世界の人口は増加し続けており、国連経済社会局による中位の推計では、2050年時点では93億人を超える見込まれている。これは、2000年時点の約1.5倍（1950年時点の約3.7倍）にあたる。

世界人口の推移及び将来見込み

世界人口の将来見込みとしては、国連経済社会局人口部もしくは米
国国勢調査局が行った推計結果が引用されている例が多い。

世界人口の主な推計値



資料: 1) World Population Prospects: The 2000 Revision、2001年

(国連経済社会局人口部)

2) International Data Base, 2000年 (米国国勢調査局)

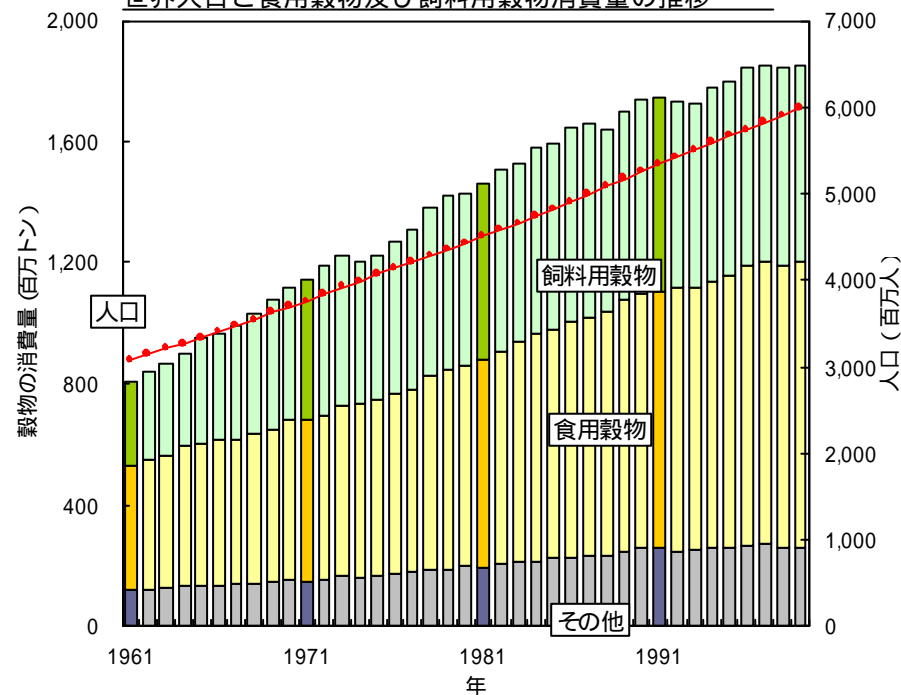
b. 食料 近年の動向

国連食糧農業機関の資料によると1961年から1999年の間に、世界全体の穀物の消費量は約2.3倍に増加しており、同期間の人口の増加率を上回っている。
消費量の増加には、食生活の変化に伴う飼料の必要量の増加等も影響している。

世界の人口と穀物消費量の推移

世界の年間穀物消費量は、1961年から1999年の38年間に、約8億トンから約18億トン（約2.3倍）に増加している。一方、その間に世界の人口は、約31億人から約60億人（約1.9倍）に増加した。

世界人口と食用穀物及び飼料用穀物消費量の推移^{1) 2)}



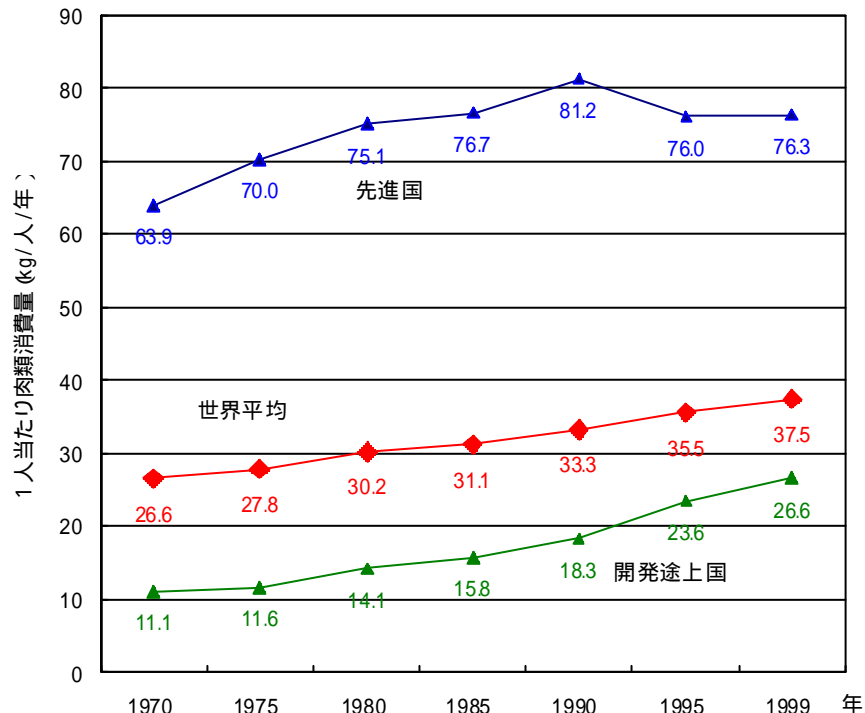
注) その他とは、播種用、加工用、廃棄分の和
上図において、米は精米ベースである

資料: 1) Statistical Databases (国連食糧農業機関)
2) World Population Prospects: The 2000 Revision, 2001年 (国連経済社会局人口部)
3) 農業政策研究会編「そこが知りたい21世紀の食料・農業・農村政策」(大成出版社)
4) レスターブラウン編「地球白書2001-02」(家の光協会)

食生活の変化

開発途上国において肉類の消費量が倍増していることを反映し、世界の肉類消費量は増加し続けている。
肉類 1 kg を穀物肥育により生産するとした場合、牛肉で 11 kg³⁾ ~ 7 kg⁴⁾、豚肉で 7 kg³⁾、鶏肉で 4 kg³⁾ 程度の穀物が必要とされている。

1人当たり肉類消費量の推移^{1) 2)}

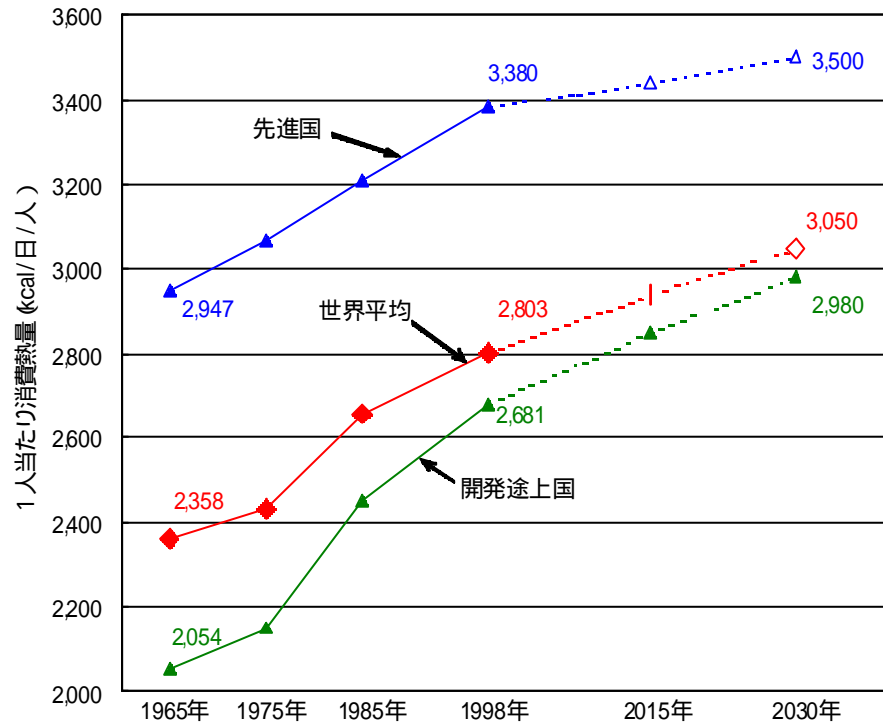


）将来見込み

国連食糧農業機関は2030年までの見通しとして、肉類や乳製品の消費の増等による1人当たりの消費熱量の増加の傾向は、今後も継続すると予測している。
人口の増加にこれら食生活の多様化・高度化といった要因が加味され、穀物等の必要量は今後も増加すると見込まれる。

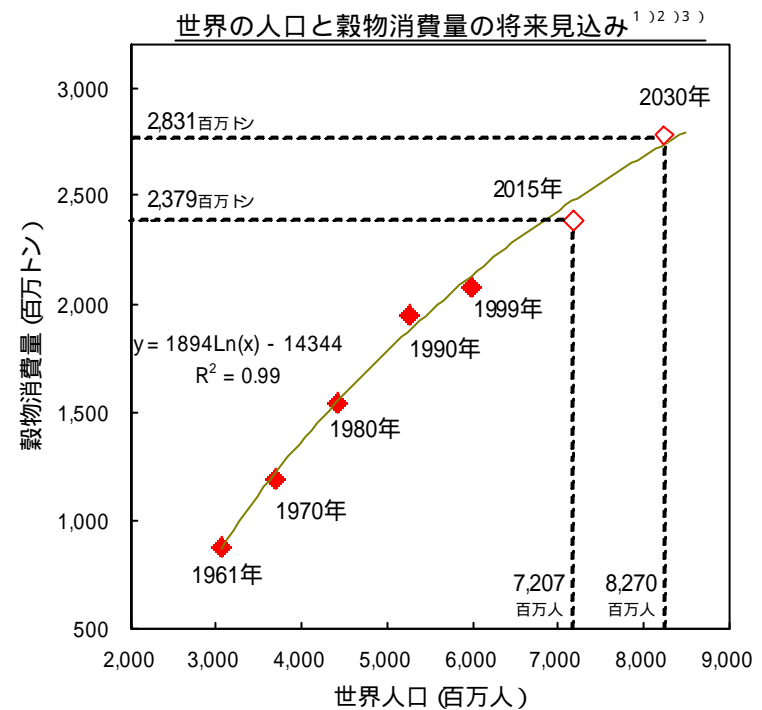
食生活の水準の将来見込み

1人当たり消費熱量の推移及び将来見込み¹⁾



穀物消費量の将来見込み

国連食糧農業機関は将来見通し¹⁾の中で、2015年及び2030年の世界の年間穀物消費量は、それぞれ約24億トン及び約28億トンになると予想している。



資料：1) World Agriculture: towards 2015/2030, 2002年 (国連食糧農業機関)
2) Statistical Databases (国連食糧農業機関)
3) World Population Prospects: The 2000 Revision, 2001年
(国連経済社会局人口部)

注：・2015年及び2030年の穀物消費量は左記資料1)による。
・1961年から1999年の値は、資料2)の穀物生産量のデータ。近似曲線はこれを基に引いたもの。
・上図において、米は籾米ベースである。

c. 耕地面積

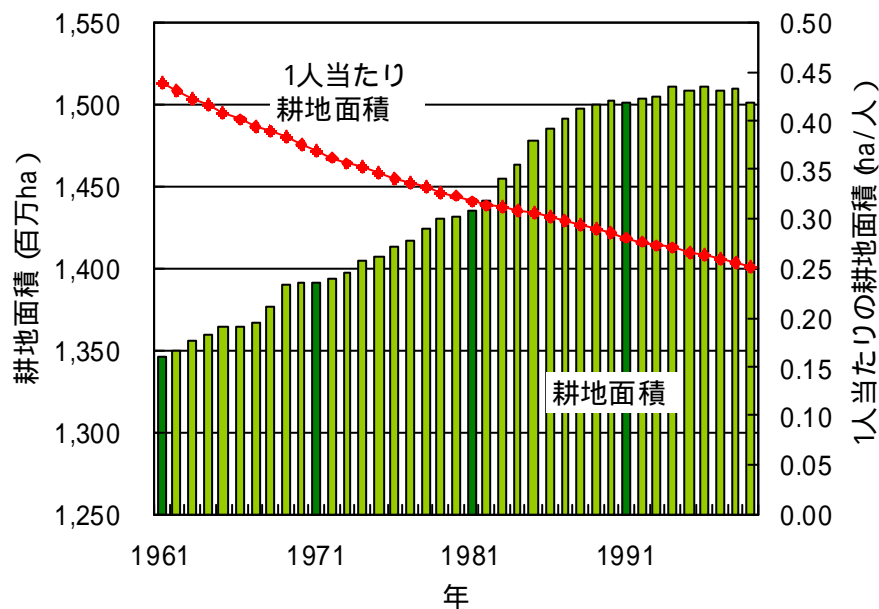
国連食糧農業機関の資料によると、世界の耕地面積は、1990年頃までは増加傾向にあったものの、近年は横這いである。また、耕地面積の増加に比べ、人口の増加の方が著しいため、1人当たり耕地面積は減少し続けている。

世界の耕地面積の推移

人口増加等に伴う食料消費の増加を反映し、世界の耕地面積も増加してきている。しかしながら、1990年代以降、世界の耕地面積は横這いとなっている。

また、耕地面積に比べて人口の増加の方が著しいため、1人当たりの耕地面積は減少し続けており、1999年には1961年の55%程度となっている。

世界の耕地面積と1人当たり耕地面積の推移^{1) 2)}



資料：1) Statistical Databases (国連食糧農業機関)

2) World Population Prospects: The 2000 Revision, 2001年(国連経済社会局人口部)

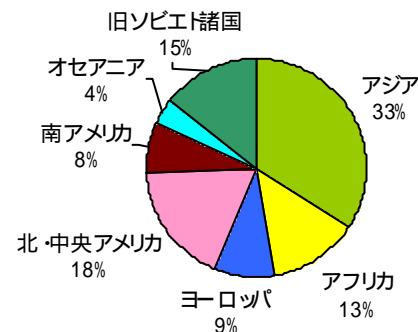
近年の地域別耕地面積の推移

1990年代以降、アジア、アフリカ、南アメリカでは耕地面積の増加が見られるが、他の地域でほぼ同じ広さの耕地が減少している。

1990年及び1999年の耕地面積の対比¹⁾

	1990年 (千ha)	1999年 (千ha)	- (千ha)	/ (%)
アジア	507,071	511,727	4,656	100.9
アフリカ	191,209	201,784	10,575	105.5
ヨーロッパ	138,563	133,187	5,376	96.1
北・中央アメリカ	274,582	268,131	6,451	97.7
南アメリカ	108,789	116,131	7,342	106.7
オセアニア	53,314	52,978	336	99.4
旧ソビエト諸国	228,920	217,514	11,406	95.0
世界計	1,502,448	1,501,452	996	99.9

(参考) 世界の耕地面積の地域別割合 (1999年)¹⁾



d. かんがい耕地面積

国連食糧農業機関の資料によると、かんがい耕地面積の全耕地面積に占める割合は約18%（1999年）である。過去40年間程度^注、世界のかんがい耕地面積は、年間300万ha以上拡大しており、人口の増加と対応した形で世界の一人当たりのかんがい耕地面積は、ほぼ一定で推移している。

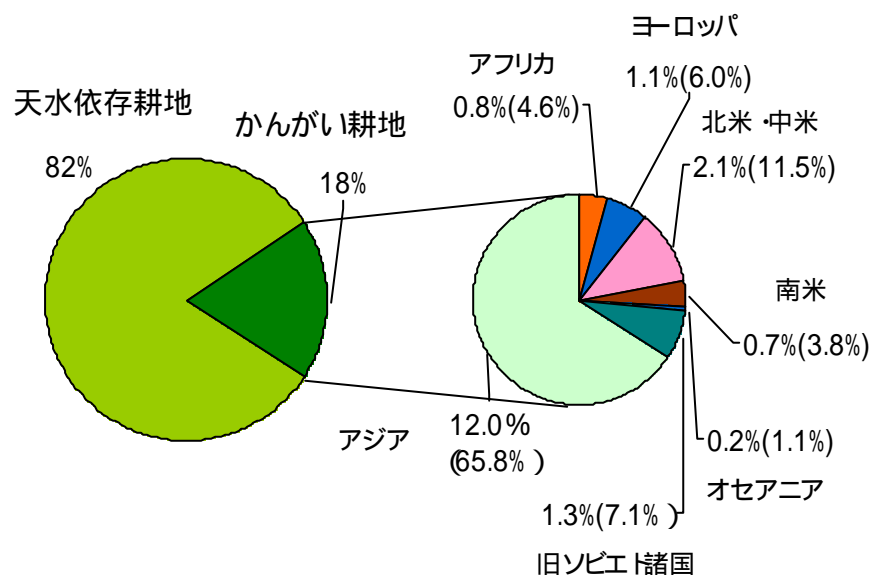
かんがい耕地の割合

かんがい耕地は全耕地面積の約18%である。また、その約66%（全耕地面積の12%）はアジア地域に存在する。

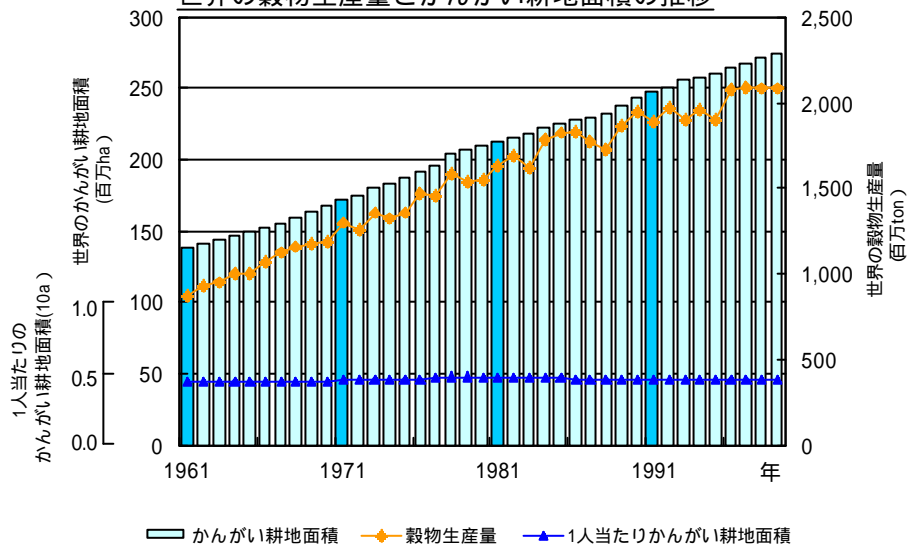
かんがい耕地面積と穀物生産量の推移

1961年から1999年の間、世界のかんがい耕地面積は、穀物増産の必要性等に対応し、年間300万ha以上の伸びを達成している。その結果、1人当たりのかんがい面積はほぼ一定を保っている。

かんがい耕地の地域別の割合（1999年）¹⁾



世界の穀物生産量とかんがい耕地面積の推移^{1) 2)}



() 内数値は、全かんがい耕地に占める各地域ごとの割合である。

資料：1) Statistical Databases(国連食糧農業機関)
2) World Population Prospects: The 2000 Revision, 2001年(国連経済社会局人口部)

注：国連食糧農業機関による世界の統計データが得られた期間(1961年～1999年)

かんがい耕地の平均年間増加面積(1961～1999年)¹⁾

	1961年	1999年	= -	/ 38年
	(千ha)	(千ha)	(千ha)	(千ha/年)
世界のかんがい耕地面積	138,989	274,166	135,177	3,557

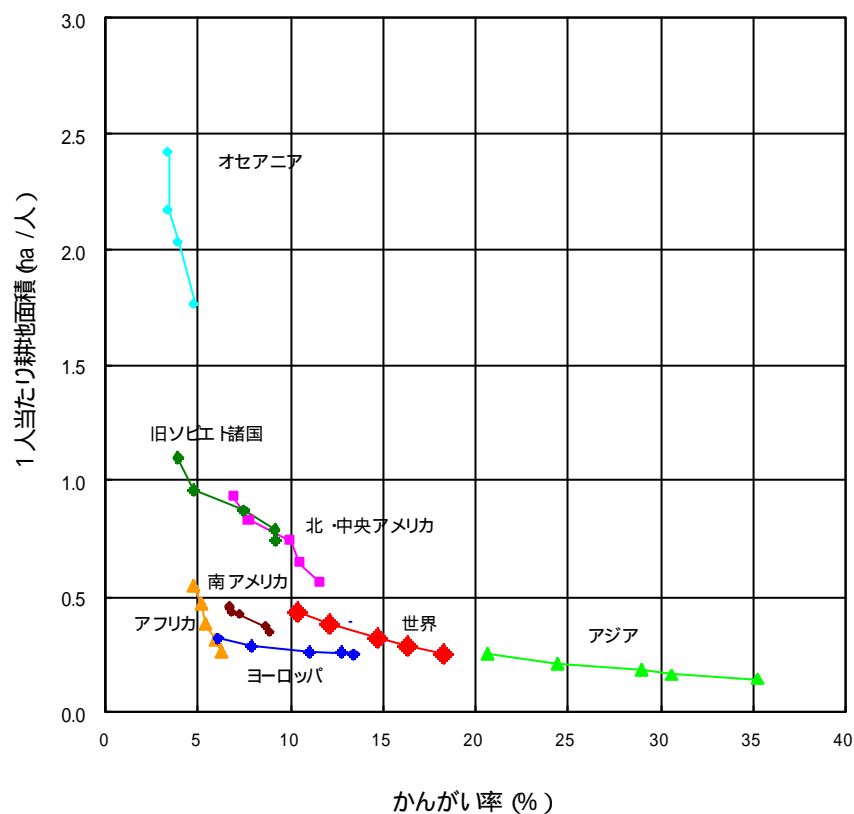
(参考) 1人当たりの耕地面積とかんがい率の関係

国連食糧農業機関の資料によると、アジア、ヨーロッパにあっては、近年、かんがい率（全耕地面積に占めるかんがい耕地面積の割合）の伸びが大きい。
 これらの地域では、1人当たり耕地面積の少ないため人口の増加や食生活の変化に伴う食料増産の必要性に、他の地域に増してかんがいによる土地生産性の向上を図ってきたものと推察される。

1人当たり耕地面積とかんがい率の関係

1人当たり耕地面積の小さいアジア地域及びヨーロッパ地域では、かんがい率の増加（アジア:21 35%、ヨーロッパ:6 13%）が比較的大きい。

地域別のかんがい率と1人当たり耕地面積の推移¹⁾²⁾



資料: 1) Statistical Databases(国連食糧農業機関)

2) World Population Prospects: The 2000 Revision, 2001年(国連経済社会局人口部)

図上の点は左から、1961年、1970年、1980年、1990年、1999年の値(ただし、オセアニアは1970年から1999年の値)

(参考) 緑の革命とかんがい

アジア各国での1965年からの15年間、米の増産に寄与した要因（品種改良、かんがい、施肥等）の中で、かんがいの寄与率が最も高いと分析した研究例もあり、食料の増産を図るには、かんがいが重要であるといえる。

米の増産への諸要因の寄与

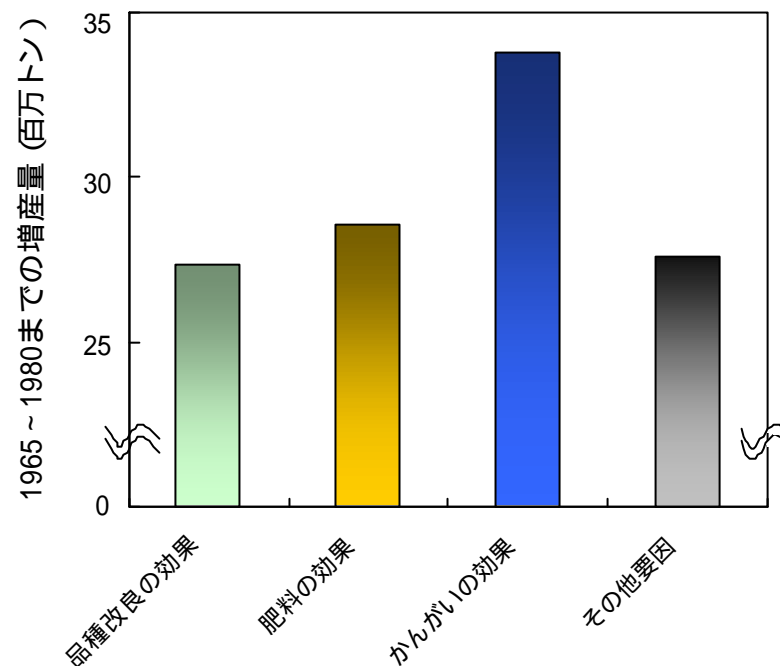
国際イネ研究所（IRRI）の研究によると、1965年から1980年までの15年間に、ビルマ、バングラデシュ、中国、インド、インドネシア、フィリピン、スリランカ、タイの8カ国で、117,379千トンの籾米が増産されており、この増産への諸要因の寄与は以下の図表のとおりである。

米の増産への諸要因の寄与

単位：千トン（籾ベース）

国名	品種改良の 効果	肥料の 効果	かんがいの 効果	その他の 要因	計
ビルマ（現ミャンマー）	647（35%）	353（19%）	685（37%）	167（9%）	1,852
バングラデシュ	420（8%）	1,284（23%）	1,091（20%）	2,759（50%）	5,554
中国	13,231（26%）	11,507（23%）	16,153（32%）	9,609（19%）	50,500
インド	7,998（23%）	10,867（31%）	11,209（32%）	5,078（14%）	35,152
インドネシア	3,162（23%）	2,680（20%）	2,773（20%）	4,998（37%）	13,613
フィリピン	849（26%）	1,009（31%）	801（24%）	615（19%）	3,274
スリランカ	241（23%）	215（21%）	262（25%）	316（31%）	1,034
タイ	822（13%）	682（11%）	865（14%）	4,031（63%）	6,400
計	27,370（23%）	28,597（24%）	33,839（29%）	27,573（23%）	117,379

注：（ ）内の数値は当該効果の寄与率を表す。



(緑の革命)

1960年後半から緑の革命と呼ばれる農業の技術革新がなされた。

緑の革命では、アジア等の各国で、高単収を得ることが可能となるイネの新品種等が作付けされ、かんがいの普及や肥料の増投等の効果とあいまって食料が増産された。

資料：R.W.Herdt and C.Capule, Adoption, Spread, and Production Impact of Modern Rice Varieties in Asia, 1983年（国際稲研究所）

e . 水使用量の将来見込み

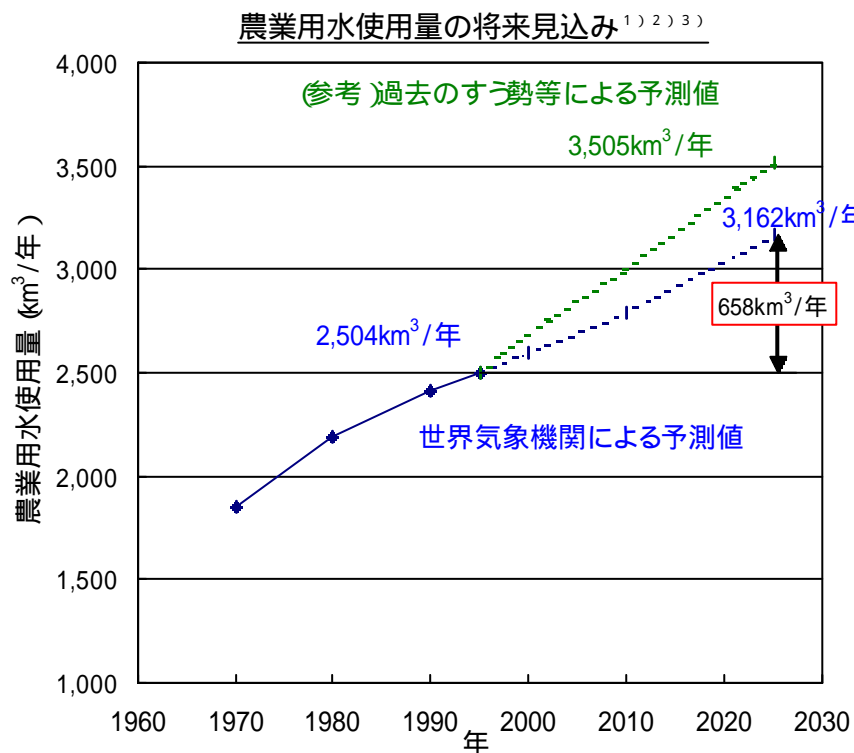
世界の人口が増え、食料に対する需要も増すことが見込まれる中、農業用水の必要量についても増加することが見込まれる。

かんがい耕地面積及び農業用水の将来見込み

2025年の世界のかんがい耕地面積及び農業用水の使用量は、世界気象機関によれば、それぞれ329百万ha及び3,162km³/年になると予測¹⁾されている。

また、国連食糧農業機関による穀物消費量の予測値とかんがい面積等の過去のすう勢から試算（右記参照）すれば、それぞれ、354百万ha及び3,505km³/年になる。

したがって、2025年には、1995年（農業用水使用量2,504km³/年）に比べ、少なくとも658km³/年以上（1995年に対して27%以上の増）の農業用水が新たに必要となると見込まれる。



(参考) 過去のすう勢等による、かんがい耕地面積及び農業用水の必要量の試算

(1) 耕地面積、かんがい面積、穀物生産量の関係

1961年から1999年の世界の穀物生産量、かんがい耕地面積及び耕地面積のデータ³⁾の間には、次の関係がある。

$$y = 7.17 x_1 + 1.26 x_2 - 1750$$

(重相関係数: R = 0.99)

ここで、 y : 穀物生産量 (百万トン)
 x_1 : かんがい耕地面積 (百万ha) x_2 : 耕地面積 (百万ha)

(2) かんがい耕地面積の将来見込み

試算条件

世界の耕地面積は1990年代に入ってから横這いであることから、今後、耕地面積の増加はないと仮定。

試算結果

上記重回帰式に、FAOによる2025年の世界の穀物消費量³⁾注 (2,680百万トン) と、1999年の耕地面積 (1,501百万ha) を代入した結果は以下のとおりとなる。

2025年の世界のかんがい耕地面積は、354百万ha

(3) 農業用水の将来見込み

試算条件

単位面積当たり農業用水使用量が、2025年も1995年と同じ値 (9.9km³/百万ha¹⁾) をとると仮定。

試算結果

2025年の世界の農業用水使用量は、3,505km³/年

注：2025年の穀物消費量は、資料3)における2015年及び2030年の予測値を按分して算出した。なお、本頁において、米は籼米ベースである。

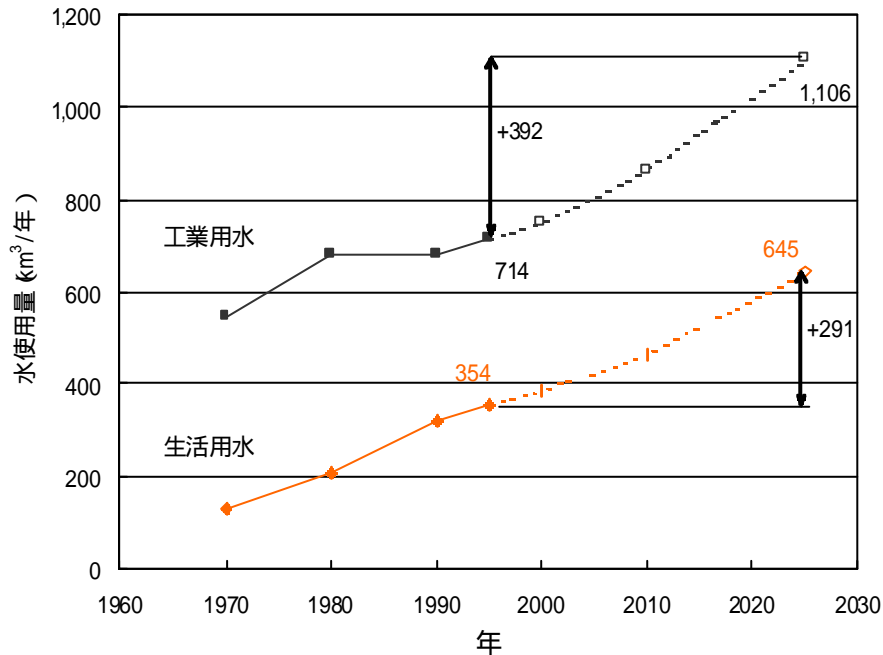
資料：1) I, A. Shiklomanov, Assessment of Water Resources and Water Availability in the World, 1996年 (世界気象機関)
 2) Statistical Databases (国連食糧農業機関)
 3) World Agriculture: towards 2015/2030, 2002年 (国連食糧農業機関)

また、工業用水や生活用水の使用量についても、引き続き増加する見込みである。
したがって、2025年の世界の水使用量は、1995年時点に比べて1,340km³/年程度の増加が見込まれる。

工業用水・生活用水の将来見込み

世界気象機関は、2025年における工業用水及び生活用水使用量は、1995年に対して、それぞれ392km³/年、291km³/年ずつ増加すると予測している。これは、それぞれ55%、82%の増（対1995年比）となる。

世界の工業用水・生活用水の年間使用量の将来見込み¹⁾



世界の水使用量（各目的の和）の将来見込み¹⁾

農業用水の使用量の増加に加え、工業用水、生活用水の使用量も増加すると見込まれることにより、世界の水使用量は、1995年に比べ40%近く（1,340km³/年）増加すると見込まれている。

地 域	水使用量		増加量 -	増加率 /
	1995年 (km ³ /年)	2025年 (km ³ /年)		
ヨーロッパ	497	602	105	121
北アメリカ	652	794	142	122
アフリカ	161	254	93	158
アジア	2,085	2,997	912	144
南アメリカ	152	233	81	153
オセアニア	26	33	7	127
合 計	3,572	4,912	1,340	138
うち 農業用水	2,504	3,162	658	126
工業用水	714	1,106	392	155
生活用水	354	645	291	182

資料：1) I. A. Shiklomanov, Assessment of Water Resources and Water Availability in the World, 1996年（世界気象機関）

f . 水ストレス

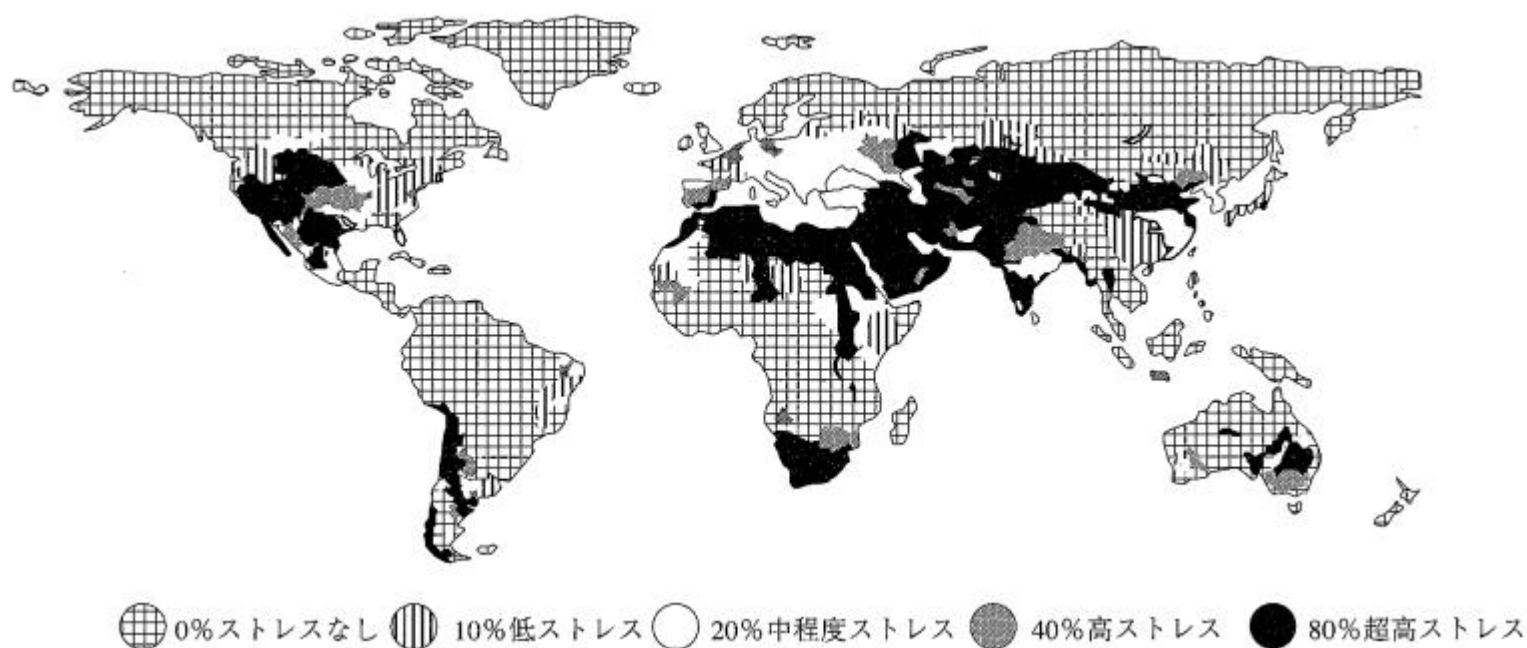
世界水会議^(注1)が主催するフォーラム^(注2)で採択された「世界水ビジョン」の中では、2025年までに40億人の人間が高い水ストレスがある国に住むことになる予想されている。

水ストレス

「世界水ビジョン」の中で、水ストレスとは、降雨のうち河川及び地下水系に入る水量に占める人間が取水する水量の割合とされている。水ストレスが40%を超えると高い水ストレスの状態にあるとされている。

「世界水ビジョン」では、現状維持シナリオ^(注3)による予測結果として、2025年には水ストレスが高い国に住む人口は40億人を超えるとしている。

現状維持シナリオにおける2025年の世界の水ストレス



(注1) 世界水会議：世界銀行、国連開発計画 (UNDP)等の国際機関や水に関する国際学会等が参加して1996年に設立されたNGO (World Water Council; WWC)

(注2) 第2回世界水フォーラム (2000年3月にオランダで開催)

(注3) 現状維持シナリオ：現在の政策が維持され、現在の傾向が将来に向けてそのまま延長されたとした仮定

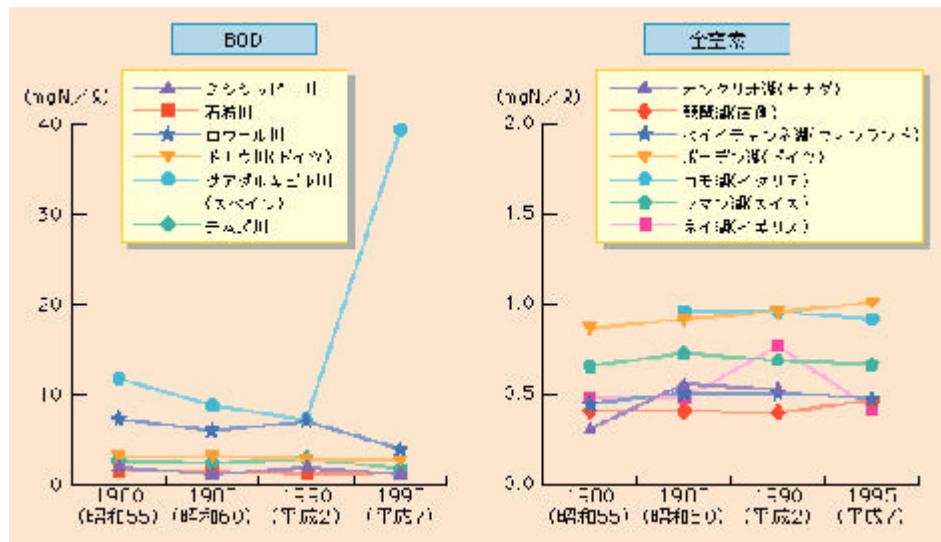
水環境に関する課題

a. 水質

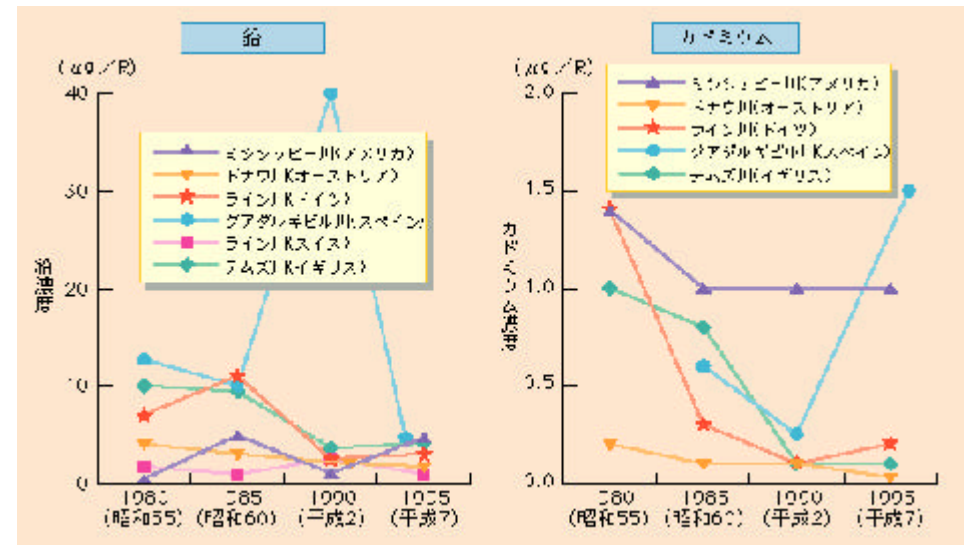
環境白書によると、先進国の主要河川及び湖沼の水質の状況は、BOD、全窒素についてみると一部に悪化が見られるものの、ほぼ横ばいで推移しているとされている。

また、諸外国の主要河川の鉛及びカドミウムによる汚染状況については、一部を除き、多くの先進国の河川で改善の傾向にあるが、なお一部の開発途上国では、有害重金属により深刻な汚染が指摘されているとしている。

先進国の主要河川の水質（BOD）及び各湖沼の水質（全窒素）



先進国の主要河川の鉛、カドミウム濃度の推移



資料：平成14年版環境白書(環境省)

b. 地下水

世界の水使用のうちの19%は地下水によってまかなわれていると推定されている。
また、帯水層への年間の地下水のかん養量に対して揚水量の方が多い例も見られる。

地下水使用の現状

世界気象機関の資料によると、世界の水使用量のうち、19%は地下水によってまかなわれていると推定されている。

地下水使用が過剰な例

帯水層への年間の地下水かん養量に対し、使用量（揚水量）の方が多い例も見られ、地下水位の低下等の影響が懸念されている。

取水源別の世界の 水使用の地域別割合（1995年）¹⁾ 水使用

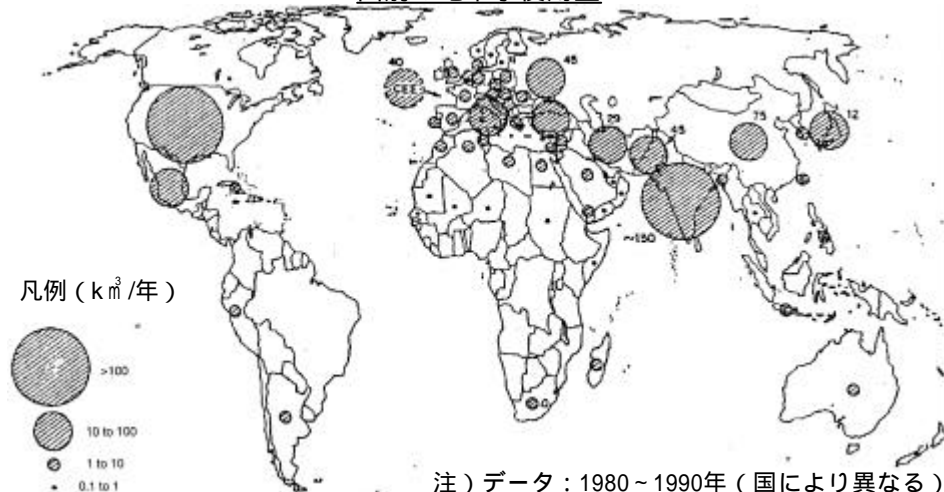
	表流水 km ³ /年	地下水 km ³ /年
生活用水	160 (50%)	160 (50%)
農業用水	1,940 (80%)	480 (20%)
工業用水	220 (90%)	30 (10%)
発電	450 (100%)	0 (0%)
貯水	160 (100%)	0 (0%)
計	2,930 (81%)	670 (19%)

()内は同一使用目的内での当該取水源の割合

年間のかん養量に対し揚水量の方が多い事例

帯水層名	国名	かん養量 (km ³ /年)	揚水量 (km ³ /年)	/ (%)	年
サハラ北部盆地	アルジェリア、チュニジア	0.58	0.74	127	1992
Saq Aquifer	サウジアラビア	~0.3	1.43	477	1984
ボルカニック	スペイン	0.22	0.22	100	1980
海岸平野	イスラエル	0.31	0.50	160	1990
Alluvial Aquifers	ガザ地区	0.37	3.78	1,022	1990
セントラルバレー	アメリカ	~7	~20	~280	1990
オガララ	アメリカ	6~8	22.2	~300	1980

国別の地下水使用量



注) データ: 1980~1990年 (国により異なる)

資料: I.A.Shiklomanov, Assessment of Water Resources and Water Availability in the World, 1996年 (世界気象機関)

c. 生物多様性

淡水水系においては、地球上の動物種のうち約12%、特に魚類に関しては約41%の種が、生息しているという推定がされている¹⁾。しかしながら、近年、その生物種数や個体数は減少傾向にあるという報告がされている。

淡水性魚類の現状¹⁾

淡水水系は、地球の表面積の約1%を占めるに過ぎないが、多様な生物種を育てている。しかし米国のワールドウォッチ研究所の資料によると、近年、淡水性魚類の約20%は絶滅したか、絶滅が危惧されている。

淡水性魚類の現状と絶滅もしくは絶滅危惧種の割合（推定）

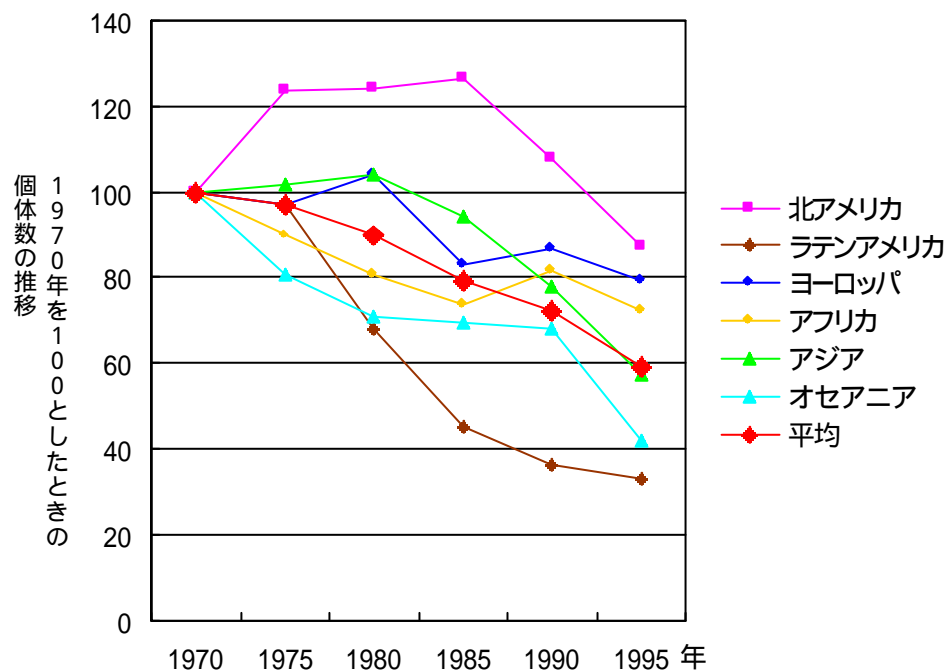
場 所	既知の淡水魚種	絶滅種の割合	絶滅危惧種の割合	推測される主な原因
地球全体	9,000以上	両方を含めて20%と推定		
アマゾン川	3,000以上	不明	不明	生息地劣化
アジア	1,500以上	不明	不明	生息地劣化
北アメリカ	950	4%	36%	生息地劣化、外来種侵入
メキシコ(乾燥地)	200	8%	60%	水質汚染
ヨーロッパ	193	不明	42%	生息地劣化、水質汚染
南アフリカ共和国	94	不明	63%	"
ビクトリア湖	350	57%	43%	外来種の侵入

資料：1) レスターブラウン編「地球白書1996～97」(ダイヤモンド社)

淡水生態系の生物個体数の減少²⁾

WWFジャパンの資料によると、淡水性の鳥類、ほ乳類、は虫類、両生類、魚類の計194種の個体数は、1995年時点では、1970年に対して約60%まで減少しているとされている。

淡水生態系の個体数の推移



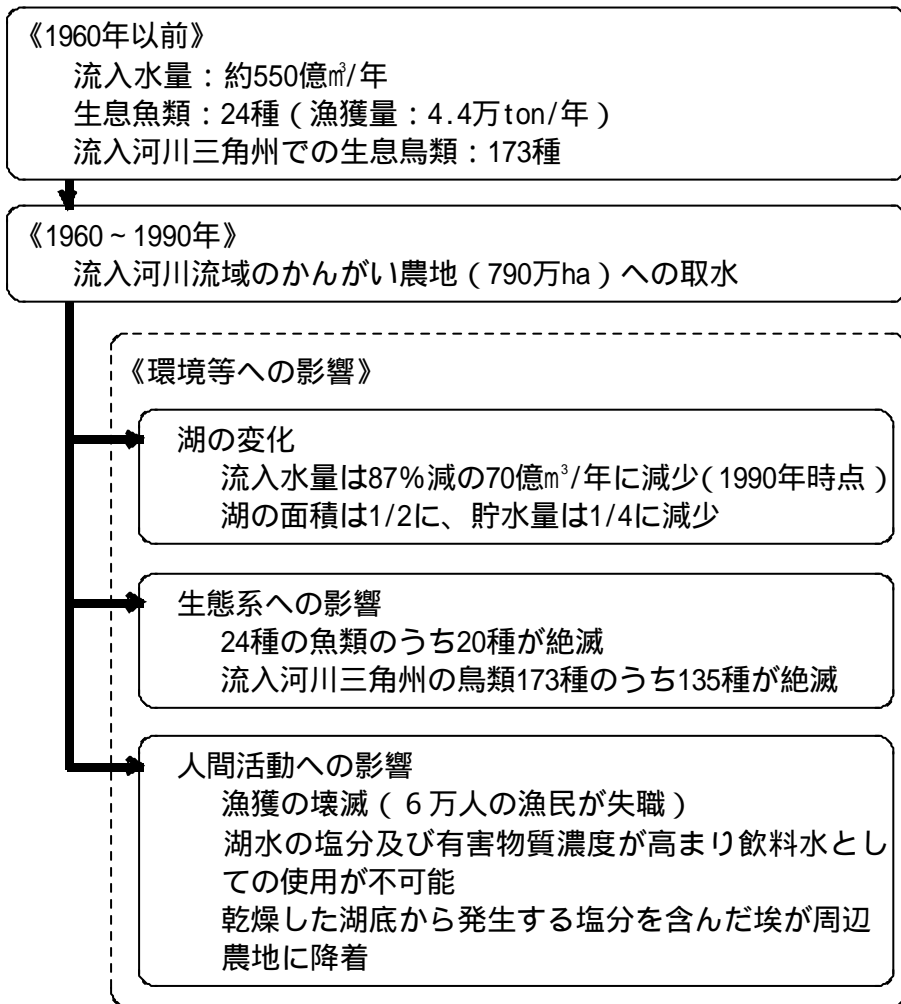
資料：2) WWFジャパン

(参考) アラル海における生態系の変化 (事例)

中央アジアのアラル海では、流入するアマダリア川、シルダリア川の流域のかんがい面積が増加した結果、アラル海への流入量が大幅に減少し、周辺も含めた生態系に影響が生じている。

アラル海周辺の開発とその影響

米国のサンドラ・ポステル氏の報告によると、アラル海周辺で生じた環境の変化等は以下のとおりである。

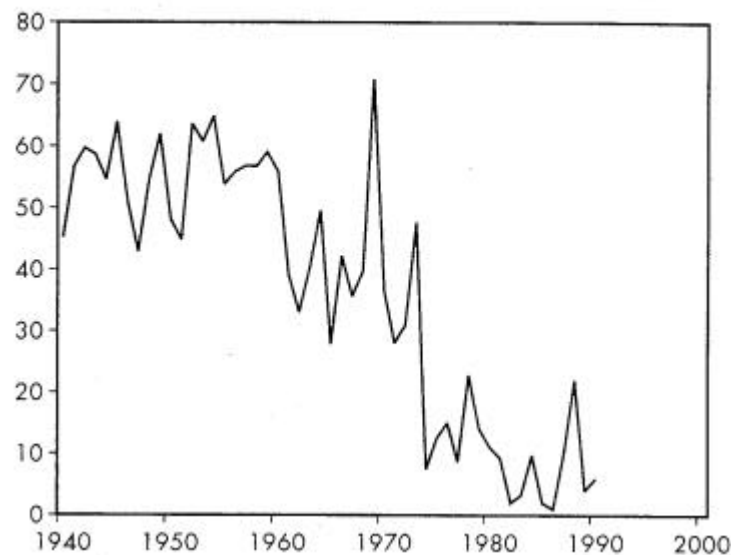


アラル海への河川流入水量の推移

また、同報告によると、1960年以前には550億 m^3 /年程度あった河川流入水量は、河川水の利用が進んだ1990年時点では、70億 m^3 /年程度に減少している。

アラル海への河川流入量

単位：10 億 m^3



資料：サンドラ・ポステル「欠乏の時代の政治学 - 引き裂かれる水資源 - 」
(アジア人口・開発協会)

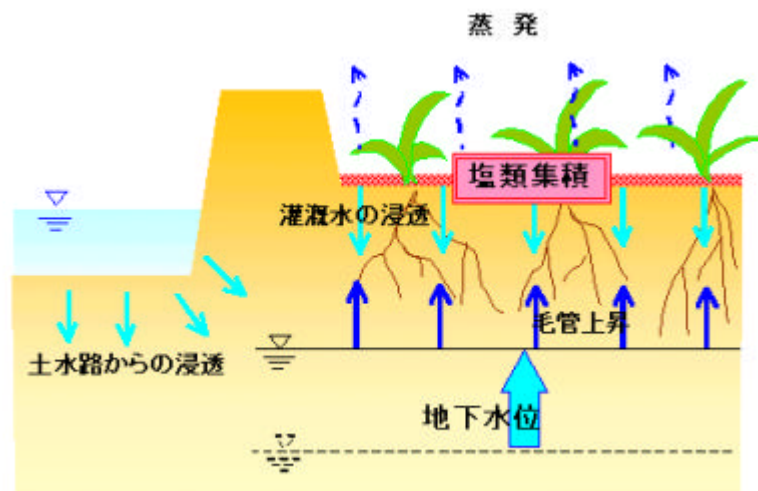
d. 塩類集積

不適切な排水処理等による塩類集積によって、農作物生産に適さなくなる耕地が増えるとともに、砂漠化の原因ともなっている。塩類集積の影響を受けた耕地は、最大で毎年200万ha増加しているという推定¹⁾もされており、かんがいによる生産量の増加のかなりの部分が相殺されていると考えられる。

塩類集積のメカニズム¹⁾

かんがい水や土水路からの浸透水により上昇した地下水が、毛管上昇し土壌面で蒸発すると、かんがい水に含まれる、あるいは本来土壌に含まれているナトリウム、カルシウム等の塩化物が地表面に集積する。

米国のサンドラ・ポステル氏の報告によると、良質の農業用水中の塩分濃度は通常200～500ppmであるため、耕地1ha当りのかんがい用水量を約10千m³/年とすると、耕地1ha当り2～5ton/年の塩類が耕地に供給されることになる。



塩類集積が深刻化している主な地域²⁾

世界のかんがい農地の約20%が塩害を受けているという推定もされている。

国	塩害を受けているかんがい農地 (百万ha) 1980年代後半	塩害を受けているかんがい農地の割合 (%)
インド	7.0	17
中国	6.7	15
パキスタン	4.2	26
アメリカ	4.2	23
ウズベキスタン	2.4	60
イラン	1.7	30
トルクメニスタン	1.0	80
エジプト	0.9	33
小計	28.1	21
世界の推定値	47.7	21

- ・かんがい農地の割合は、1987年のかんがい面積に基づいて算出されている。ただし、ウズベキスタンとトルクメニスタンのかんがい面積はFAO, 1996, Year bookに基づいている。
- ・塩害を受けているかんがい農地の世界の推定値は、小計の21%を仮定として算出されている。

資料：1) サンドラ・ポステル著「水不足が世界を脅かす」(社)家の光協会
 2) F.Ghassemi, et.al, Salinisation of Land and Water Resources, 1995年
 (University of New South Wales Press)

(参考) 砂漠化

国連環境計画の資料によると、世界の陸地面積の約 1 / 4 が砂漠化の影響を受けている。また、世界人口の約 1 / 6 が砂漠化の影響を受けた地域に居住している。

砂漠化の主な原因としては、地球規模での大気循環の変動に伴う乾燥地域の移動拡大（気候的要因）の他、乾燥地や半乾燥地における許容範囲を超えた不適切な農業や牧畜等の土地利用（人為的要因）等があるといわれている。

砂漠化とは（砂漠化対処条約 第1条）

「砂漠化」とは、乾燥地域、半乾燥地域及び乾燥半湿潤地域における種々の要素（気候の変動及び人間活動を含む。）に起因する土地の劣化をいう。

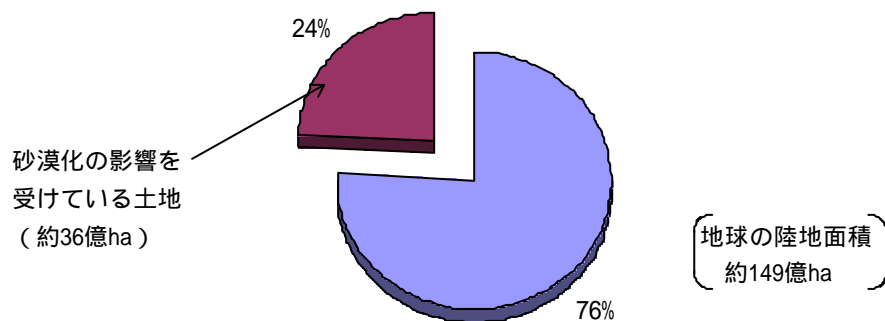
「土地の劣化」とは、乾燥地域、半乾燥地域及び乾燥半湿潤地域において、土地の利用又は単一の若しくは複合的な作用（人間活動及び居住形態に起因するものを含む。）によって天水農地、かんがいされた農地、放牧地、牧草地及び森林の生物学的又は経済的な生産性及び複雑性が減少し又は喪失することで次のようなものをいう。

- 風又は水による土壌の侵食
- 土壌の物理的、化学的及び生物学的特質又は経済的特質の悪化
- 長期的な自然の植生の喪失

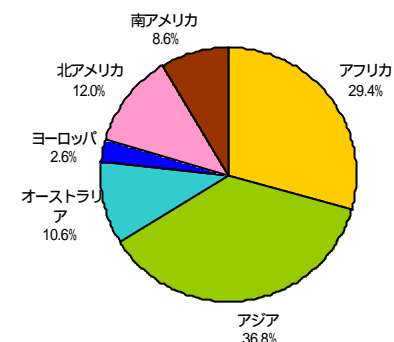
砂漠化の影響を受けている土地の面積

国連環境計画（UNEP）の1991年の資料によると、地球上の陸地の約 1/4（約36億ha）が砂漠化の影響を受けている。

砂漠化の影響を受けている土地の割合¹⁾



砂漠化の影響を受けている土地の地域別割合¹⁾



砂漠化の原因²⁾

砂漠化の原因には気候的要因の他、過放牧、土壌の塩類集積等の人為的要因もある。また、砂漠化の進展は、周辺地域の乾燥化・砂漠化を促し、さらなる広域的な気候変動を引き起こすといわれ、広い範囲での農業や水資源に影響を及ぼす可能性があるとも指摘されている。

砂漠化のメカニズム³⁾



資料：1)国連環境計画、1991年

2)丸山利輔、富田正彦、三野徹、渡辺紹裕著「地域環境工学」1996年（朝倉書店）

3)Jackson, I, J., 内島善兵衛監訳「熱帯を知る/21世紀の地球環境」1991年（丸善）

水を巡る地域紛争

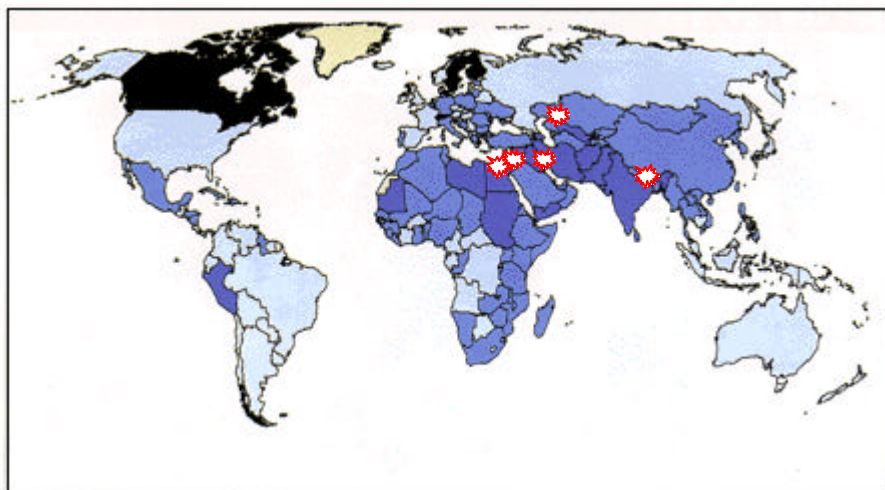
水を巡り世界の様々な地域で紛争等が起こっている。
 米国のワールドウォッチ研究所の資料²⁾によると、2ヶ国以上が一つの河川を使っており、予測される需要すべてを満たすには水量が不十分で、流域のすべての国のあいだで水の配分に関する条約が合意されていないような地域では紛争が起こりやすいとされている。

世界の水不足の危険度

ストックホルム環境研究所（1997年）は、使用可能な水資源に対する現在の使用量、水供給の信頼性及び国家収入の関係に基づく複合指数を用いて各国の水不足に対する危険度を計算している。

米国のワールドウォッチ研究所の資料に挙げられている代表的な水資源を巡る地域紛争等の発生地をその図上に示すと、いずれも水不足の危険度の高い地域に位置している。

世界の水不足の危険度と水を巡る代表的な地域紛争等の位置



凡例：(1)水不足の危険度：¹⁾

■ 問題なし □ 低 □ 中 □ 高 □ データなし

(2)代表的な水紛争等²⁾の位置：★

資料：1)Stockholm Environment Institute, Comprehensive Assessment of the Freshwater Resources of the World, 1997

(「川と水委員会」ホームページから引用)

2)レスター・ブラウン編著「地球白書1996-97」(ダイヤモンド社)

水を巡る地域紛争等（例）²⁾

河川等名称	関係国	紛争等の概要
ヨルダン川	イスラエル、シリア	シリアがヨルダン川上流の水源の一つであるバニヤース川からの分水を試みたことが、緊張激化や武力衝突につながった。
ナイル川	エジプト、エチオピア、スーダン	エジプトはナイル川の水に地表水の供給の97%を頼っている。上流のエチオピアが水を貯えて使用するための人的・物的資源の動員能力を持ったため、エジプトがナイル川の水量の減少に直面する可能性は高くなっている。
アムダリア川、シルダリア川（アラル海）	アフガニスタン、イラン、カザフスタン、キルギスタン、タジキスタン、トルクメニスタン、ウズベキスタン	この地域には全ての水需要を満たすだけの水がないため、国家間の論争が起こっている。人口増加と民族的相違の圧力が加わるなかで、水不足問題はこの地域の暴力的紛争と政治的不安の種でありつづけている。
ガンジス川	インド、バングラデシュ	両国では下流のバングラデシュに対する最低限の水量を保証する協定等を結んでいたが、1988年までに失効しており、水を巡り膠着状態にある。
チグリス・ユーフラテス川	トルコ、シリア、イラク	上流のトルコに水力発電とかんがい計画があり、これが実現すると下流のシリア及びイラクは、流量の減少に直面する。 シリアはトルコに対し、保証流量の増加を求めているが、トルコは拒否している。

最近の農業用水を巡る話題

近年、水資源に関する国際的な会議が開催され、水資源を有効に活用し、持続可能な開発を達成するための施策の検討や、水問題の重要性に関する世界の認識の醸成、水問題の解決に必要な行動等に関連して、農業用水についても様々な議論がなされている。

水資源に係る主な国際会議の概要

会議名等	主な成果	水資源に関する主な議論等
国連水会議（マルデルプラタ会議） <1977年3月、マルデルプラタ（アルゼンチン）>	マルデルプラタ行動計画	地球上の限りある水資源を、生活、農業及び工業の諸用水に有効に利用する施策の検討、水問題の重要性についての一般への周知、水問題の解決に必要な行動等について議論。 農業用水に関しては、マルデルプラタ行動計画において、農業用水の確保、かんがい施設の整備を進めることの必要性について提言。
水と環境に関する国際会議（ダブリン会議） <1992年1月、ダブリン（アイルランド）>	ダブリン宣言	ダブリン宣言において、淡水は限りある資源であること、水開発と管理は全ての関係者の参加によるべきこと、女性の役割を重視すること、水は経済価値を有し経済財として認識されるべきことという4つの指針原則（ダブリン原則）を提唱。
環境と開発に関する国際会議（地球サミット） <1992年6月、リオデジャネイロ（ブラジル）>	リオ宣言 アジェンダ21	持続可能な開発を実現するための原則を定めたリオ宣言と、具体的な行動計画であるアジェンダ21を採択。 淡水資源に関しては、アジェンダ21において、サービスが普及していない農村貧困層のための水供給と衛生、水利用効率、塩分抑制及び排水、水質管理、水界生態系の保護、希少水資源管理、家畜のための水供給等について広範な行動を提案。
第1回世界水フォーラム <1997年3月、マラケシュ（モロッコ）>	マラケシュ宣言	将来の水不足、水質汚濁、衛生管理、統合的水資源管理、食糧危機と水、生態系と水、今後の投資等について議論。
第2回世界水フォーラム <2000年3月、ハーグ（オランダ）>	世界水ビジョン ハーグ宣言	世界水ビジョンにおいて、現在の水管理を継続していけば水危機は拡大し深刻化するとの問題意識の下、将来に向けて取り組むべき課題として、灌漑農業の拡大抑制、水の生産性（単位水量当たりの生産性）の向上、貯水量の増加、水資源管理制度の改革、流域での国際協力の強化、生態系機能の価値の評価、技術革新の支援等を提案。
国際淡水会議 <2001年12月、ボン（ドイツ）>	閣僚宣言 行動勧告	閣僚宣言において、国連ミレニアムサミットで合意された国際的な開発目標、特に2015年までに極度の貧困の状況で暮らす人々の割合を半減させ、飢餓に苦しみ安全な飲料水に到達あるいは入手できない人々の割合を半減させるという目標等を再確認。 行動勧告において、世界の水問題の解決に向けた具体的な行動について提言。農業用水に関しては、節水を行って他のセクターと便益を分かち合うべきであること、国の水管理政策は水を多く使用する作物と環境への影響について考慮する必要があること等が盛り込まれた。
持続的開発に関する地球サミット <2002年8～9月、ヨハネスブルク（南アフリカ）>	政治宣言 実施計画	1992年の地球サミットから10年を経て、リオ宣言、アジェンダ21等同サミットで合意した目標について、その達成状況を踏まえ、その実施を促進するために必要な国際的行動を議論。 水資源に関しては、実施計画において、清潔な飲料水の供給と十分な衛生施設の確保のために、財政的、技術的援助を伴う行動計画を起すことを合意。
第3回世界水フォーラム <2003年3月、滋賀、京都、大阪（日本）>	（水行動報告書） （閣僚宣言）	（フォーラム、閣僚級会議、水フェアという3つの主要行事から構成。 安全な水供給・衛生の確保、食料の安定的確保、災害の防止といった貧困撲滅や人間の基本的ニーズに関連する事項から、効率的で公平な水配分とその管理、自然と人間の共生といった持続可能な開発に係る事項等が幅広く議論される予定。）