



2013.7.30

農学部 7号館B棟

国際農業と文化ゼミナール

土と水

東京大学
大学院農学生命科学研究科
農学国際専攻 国際情報農学研究室
溝口勝

講義の構成

- 日本の農業用水の特徴
 - 土地改良区
- 世界の灌漑の多様性
 - 眠らせない！
- 日本の灌漑
 - 特徴と最近の課題

クイズー1

農業用水の歴史年表

	BC	AD	600	700	1200	1500	1600	1900			
	縄文	弥生	古墳	律令	鎌倉・室町	安土桃山	江戸	明治・大正	昭和		
社会のできごと	<ul style="list-style-type: none"> ● 稲作が始まる ● かんがい農業始まる ○ 卑弥呼が魏に使いを送る 		<ul style="list-style-type: none"> ● 班田収授法 ● 大化の改新（土地公有化） 	<ul style="list-style-type: none"> ● 鉄製道具による農業開発 ● 墾田永代私有令 ○ 荘園整理令 	<ul style="list-style-type: none"> ● 乾田化、二毛作始まる 	<ul style="list-style-type: none"> ● 鉄製道具普及 (国一揆、一向一揆) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 太閤検地 ○ 関ヶ原の戦い ● イモ栽培の普及 ● 幕府、新田開発を奨励 ○ 天明の大飢饉 ○ 天保の大飢饉 (百姓一揆) ○ 大成奉還 	<ul style="list-style-type: none"> ● 地租改正 ○ 大日本帝国憲法配布 ○ 耕地整理法の制定 ○ 関東大震災 ● 米騒動 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 沖繩、日本に復帰 ○ 東京オリンピック開催 ● 土地改良法制定 ● 農地改革 ○ 太平洋戦争 		
建設された農業施設の主なもの	<ul style="list-style-type: none"> ○ 登呂遺跡（静岡） ○ 国東半島の溜池群（大分） 		<ul style="list-style-type: none"> ○ 古照遺跡（愛媛） ○ 狭山池（大阪） 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 満濃池（香川） 			<ul style="list-style-type: none"> ○ 葛西用水（埼玉） ○ 見沼代用水（埼玉） ○ 山田用水（福岡） ○ 入鹿池（愛知） ○ 玉川上水―野火止用水（東京） 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 三丁目堰（宮城） ○ 七箇用水（石川） ○ 榛名湖疎水（群馬） ○ 渦巻ポンプ揚水機場（静岡） ○ 那須疎水（栃木） ○ 安積疎水（福島） ○ 明治用水（愛知） 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 野火止用水復活（東京） ○ 香川用水（香川） ○ 豊川用水（愛知） ○ 愛知用水（愛知） ○ 地下ダム（沖繩） ○ 両総用水ダム（千葉） ○ 北海幹線（北海道） 		
水と農業	(農業用水開発が始まる)			(ため池を中心とした農業用水開発が進む)		(沖積平野における農業用水の開発が行われる) (水の利用をもとにした村が形づくられる) (水の使い方を決める農民の組織ができる)		(台地の開発を目的に農業用水の開発が進む)		(農業用水確保のための新しい施設整備が進む)	

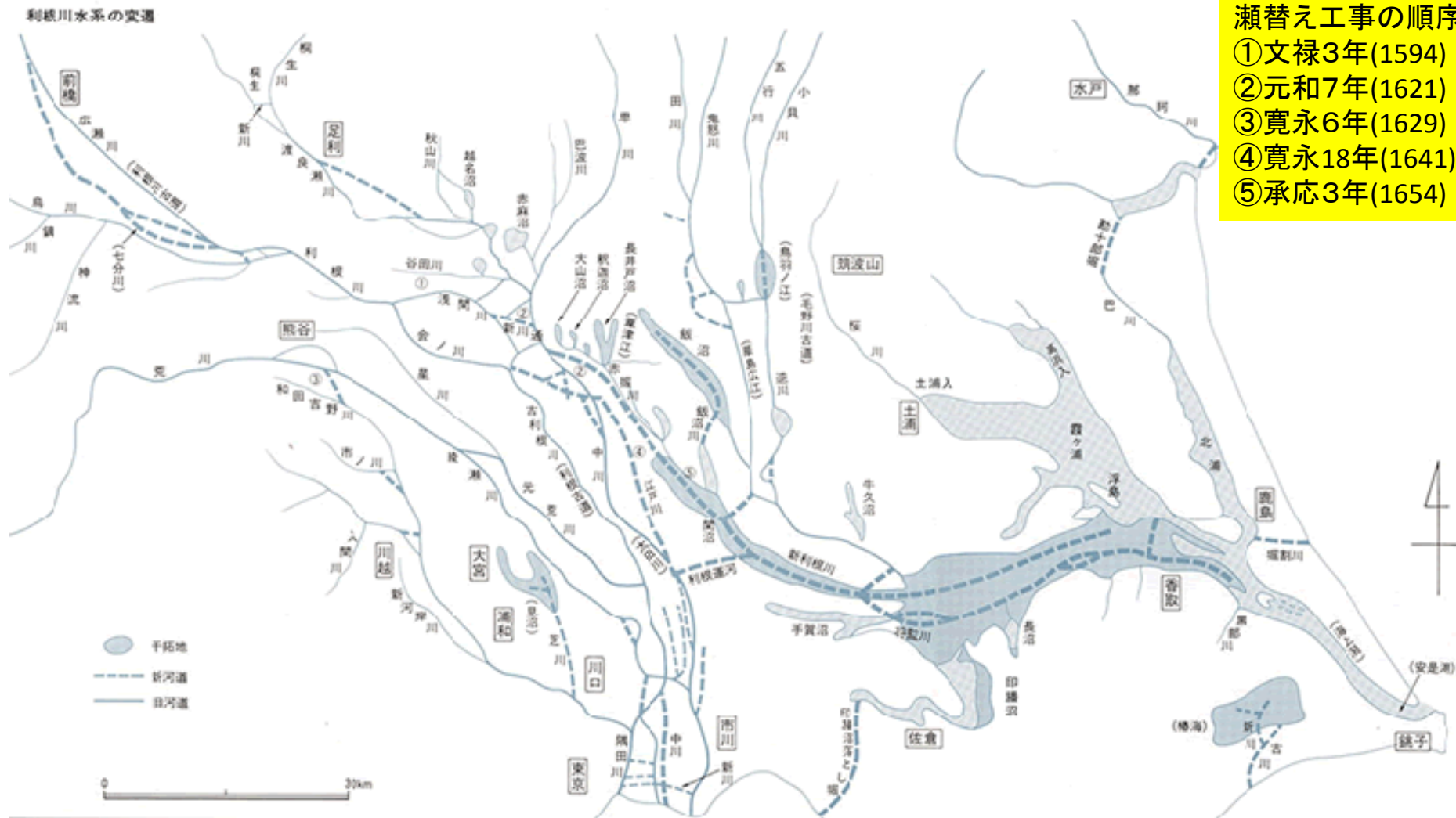
日本の農業用水の特徴

- 農業用水は、我が国の水利使用量の約3分の2を占めている
- 農業（稲作）には多くの水を必要とする
- 弥生時代以来、多くの人達による開発努力が続けられてきた
 - － 稲作の普及
 - － 耕地面積の増加
 - － 農業用水の確保のために

クイズー2

利根川水系の変遷

- 関東流(伊奈流)
瀬替え工事の順序
- ①文禄3年(1594)
 - ②元和7年(1621)
 - ③寛永6年(1629)
 - ④寛永18年(1641)
 - ⑤承応3年(1654)



農業基盤整備—土地改良区

- 土地改良法(1949)
- 土地改良事業(農業農村整備事業)の仕組み
 - 申請主義 (農民のイニシャティブ、自己責任)
 - 2/3以上の同意と事業への強制参加
 - 補助金あるいは農民負担制度
 - 同意と補助金
 - 「地域的対抗関係」(新沢, 1955)
- 土地改良区の運営
 - 組合員(耕作者主義)
 - 三権分立
 - 総代会
 - 用水管理

参加型水管理 PIM
(Participatory Irrigation Management)

水土の礎



<http://suido-ishizue.jp/>



世界の かんがいの 多様性

持続的な水使用と健全な水循環の形成に向けて

農林水産省食料・農業・農村政策審議会
農村振興分科会農業農村整備部会企画小委員会報告

農林水産省農村振興局
計画部事業計画課監修

http://www.maff.go.jp/j/nousin/keityo/mizu_sigen/index.html

1. 水循環の現実

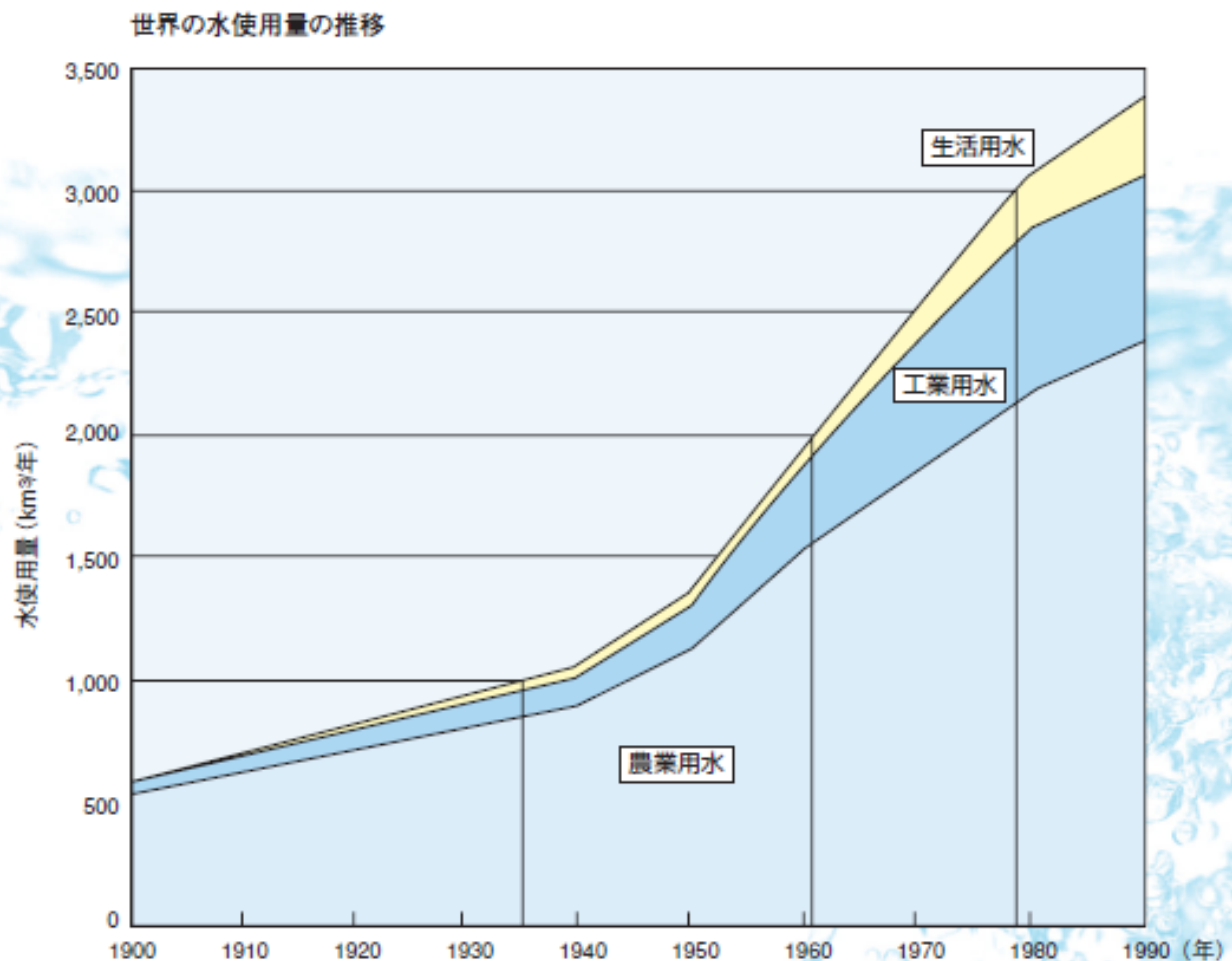
人が利用しやすい淡水は、 地球全体の水のわずか0.008%

地球上の水の状態

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
極地などの氷	24,064	1.74	68.7
土壌中の水	16.5	0.001	0.05
永久凍結層地域の地下の氷	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	—

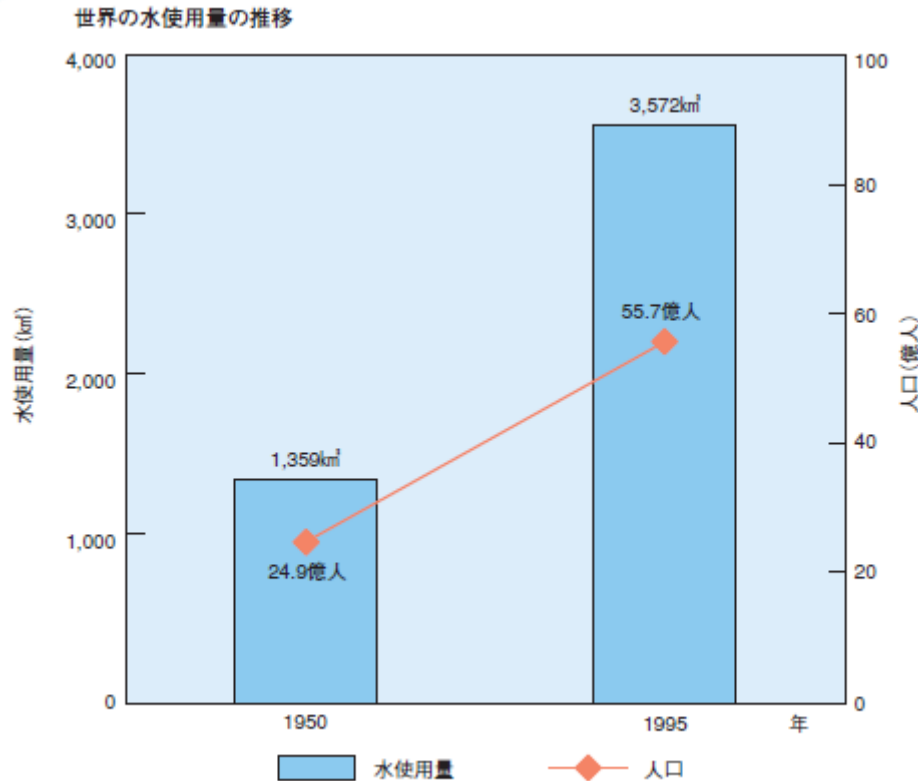
資料：I. A. Shiklomanov, Assessment of Water Resources and Water Availability In the World, 1996年（世界気象機関）

加速する世界の水使用量の増加



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

1人当たりの水使用量の伸びは「生活用水 > 工業用水 > 農業用水」



1950年と1995年の世界の水使用量及び1人当たり水使用量

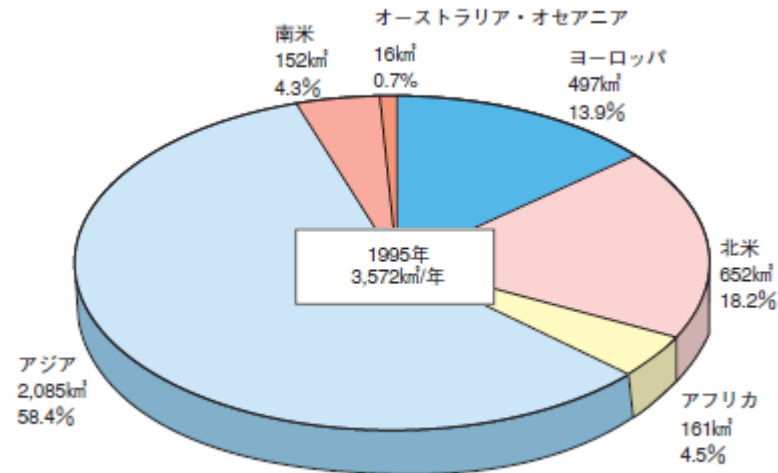
	1950年		1995年		増加率	
	総量① (km³/年)	1人当たり② (L/日/人)	総量③ (km³/年)	1人当たり④ (L/日/人)	③/① (%)	④/② (%)
農業用水	1,124	1,235	2,504	1,231	223	100
工業用水	182	200	714	351	392	176
生活用水	53	58	354	174	668	300
計	1,359	1,493	3,572	1,756	263	118
人口	24.9億人	—	55.7億人	—	224	—

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

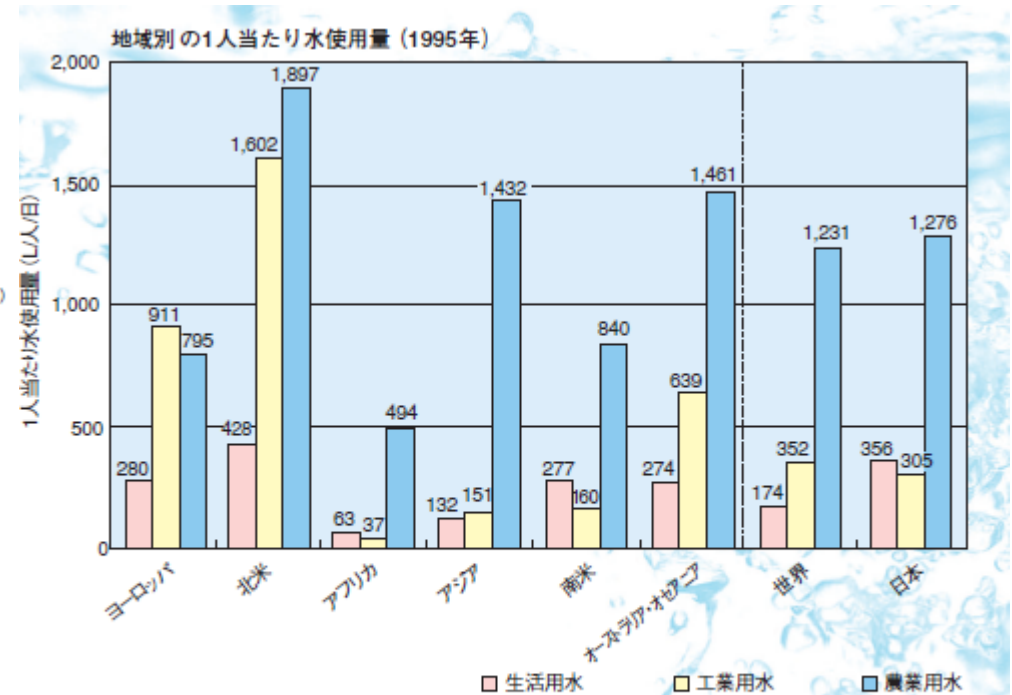
資料：I. A. Shiklomanov, Assessment of Water Resources and Water Availability in the World, 1996年 (世界気象機関)

地域によって多様な水利用: 1人当たりの水使用量が多い北アメリカ、農業用水の割合が高いアジア

水使用量の地域別割合



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

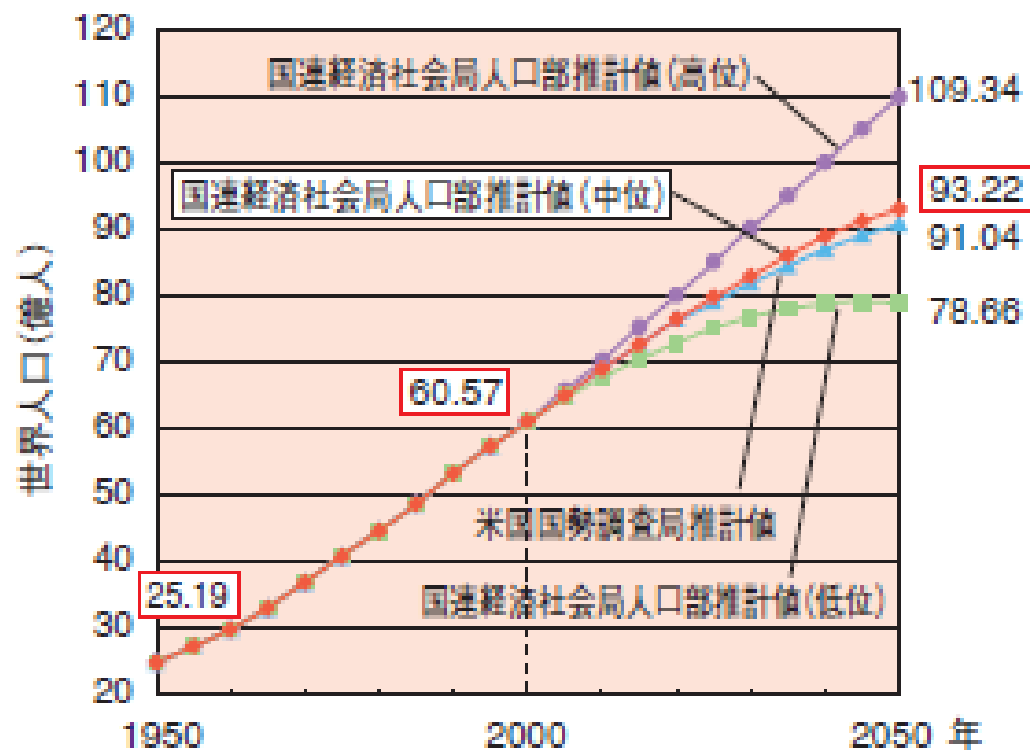


資料: 1) I. A. Shiklomanov, Assessment of Water Resources and Water Availability in the World, 1996年 (世界気象機関)
2) 国土交通省 土地・水資源局水資源部、平成14年版「日本の水資源」、2002年

2. 人口、食料と農業用水を含む 水利用の将来

2050年には1.5倍になる世界人口

世界人口の主な推計値

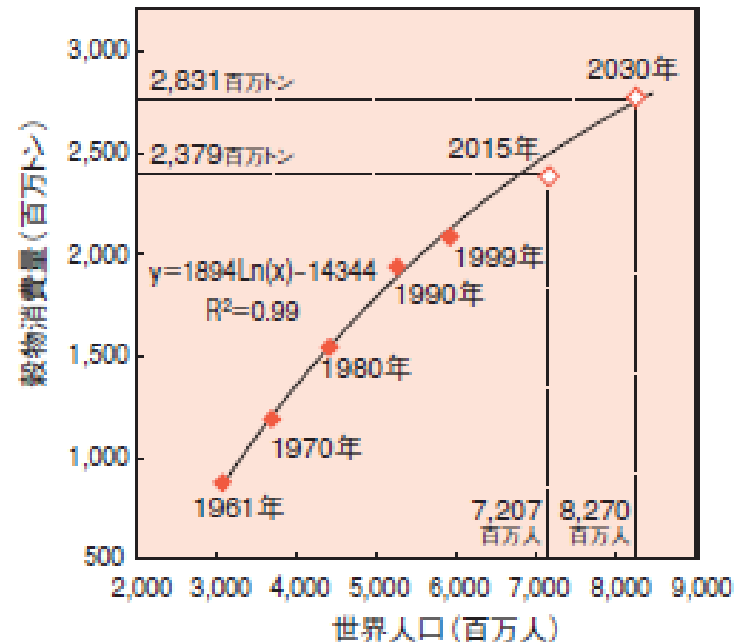


資料：1) World Population Prospects: The 2000 Revision, 2001年 (国連経済社会局人口部)

2) International Data Base, 2000年 (米国情勢調査局)

2000年から2030年の30年間に、 10億トン近く増加する世界の年間穀物消費量

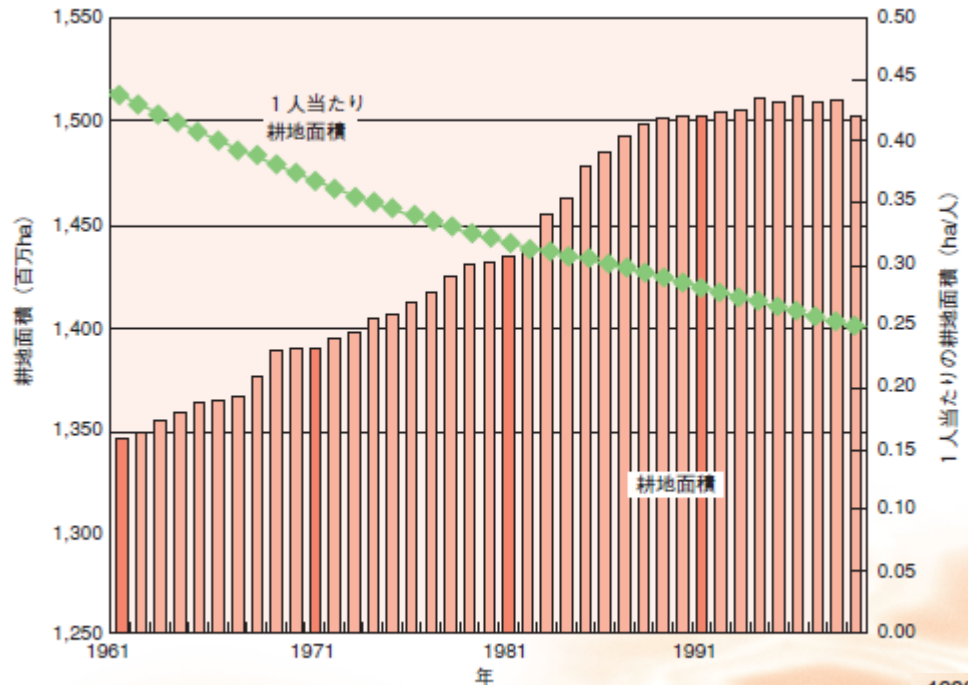
世界の人口と穀物消費量の将来見込み



- 注：1. 2015年及び2030年の穀物消費量は資料1)による。
2. 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。
3. 上図において、米は粳米ベースである。
- 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)

縮小を続ける世界の1人当たり耕地面積

世界の耕地面積と1人当たり耕地面積の推移



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)

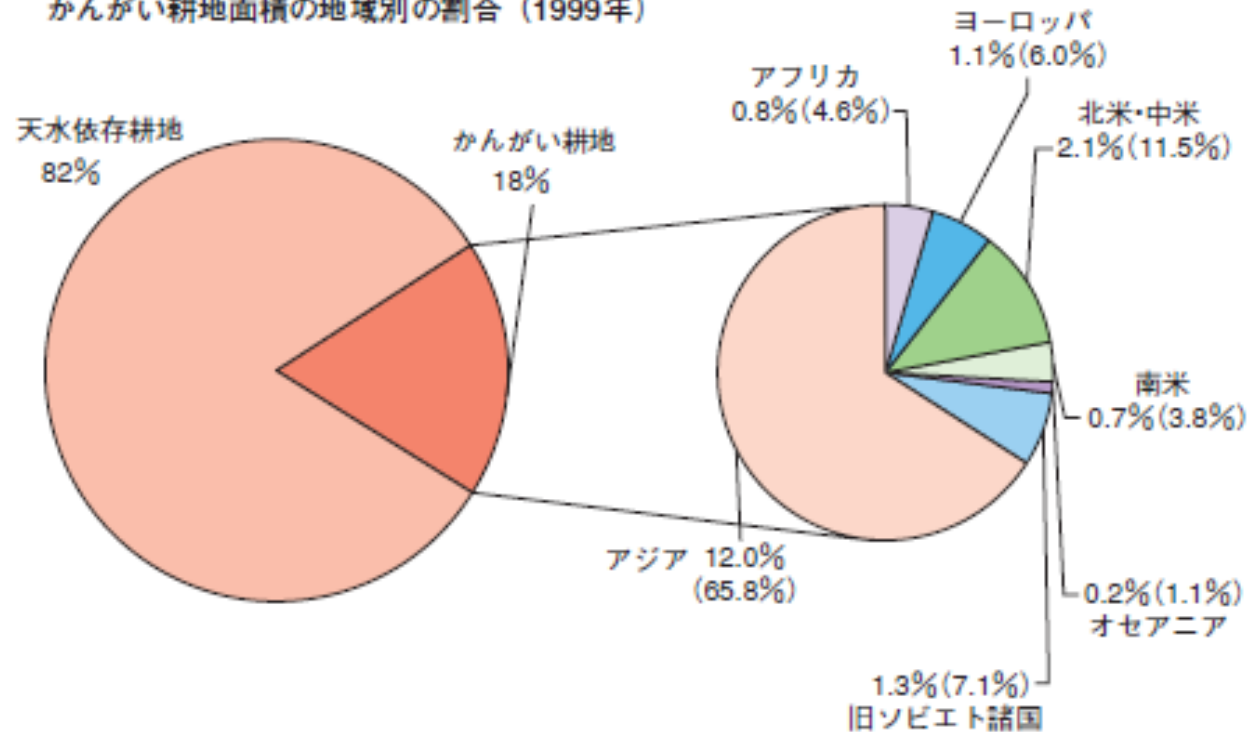
1990年及び1999年の耕地面積の対比

	1990年① (千ha)	1999年② (千ha)	②-① (千ha)	②/① (%)
アジア	507,071	511,727	4,656	100.9
アフリカ	0191,209	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

資料：Statistical Databases (国連食糧農業機関)

かんがい耕地面積の拡大が支える世界の食料生産量の増加

かんがい耕地面積の地域別の割合（1999年）



() 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。

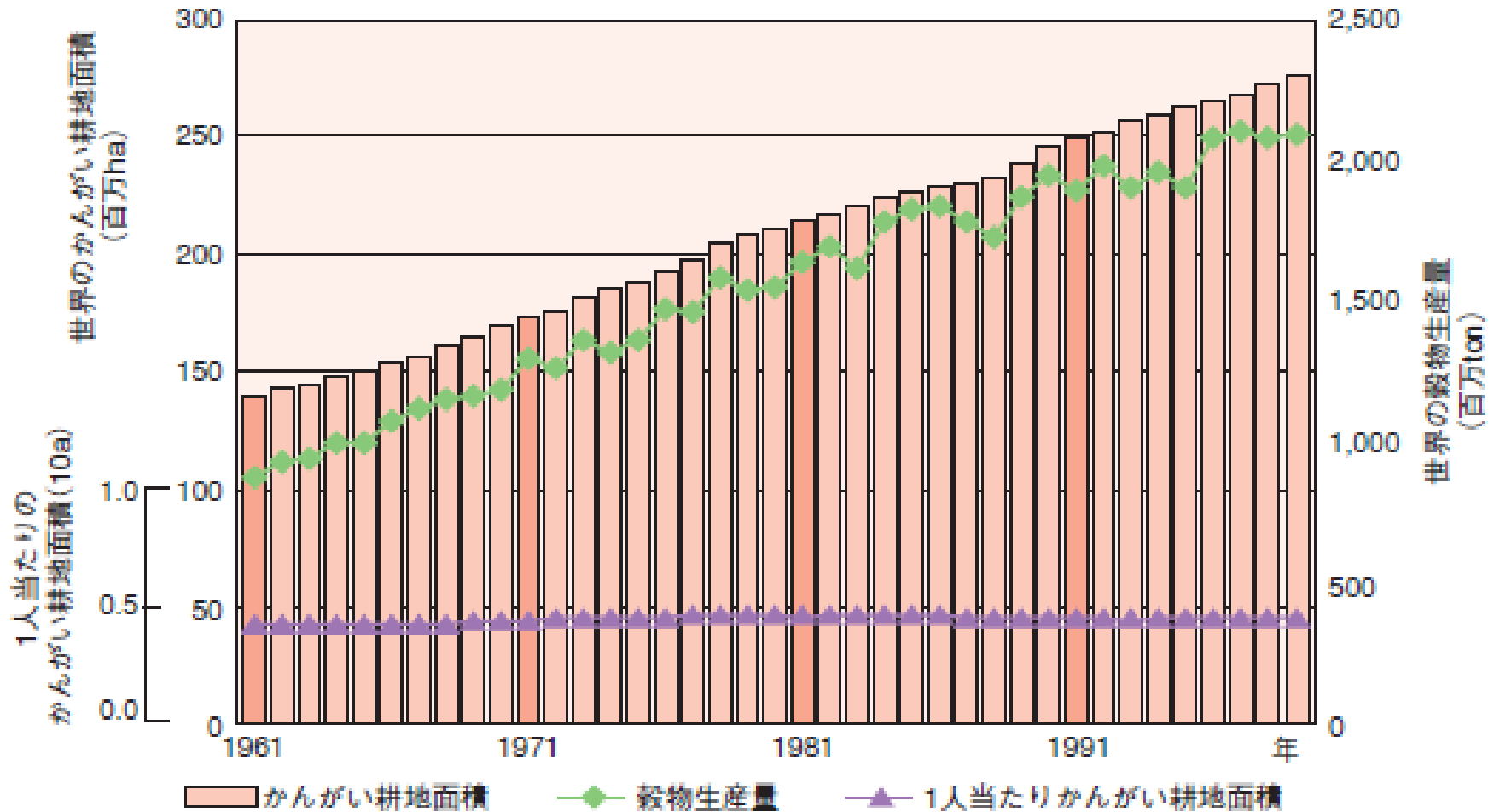
資料：Statistical Databases（国連食糧農業機関）

かんがい耕地の平均年間増加面積（1961年～1999年）

	1961年① (千ha)	1999年② (千ha)	③=②-① (千ha)	③/38年 (千ha/年)
世界のかんがい 耕地面積	138,989	274,166	135,177	3,557

資料：Statistical Databases（国連食糧農業機関）

世界の穀物生産量とかんがい耕地面積の推移



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)

世界の水使用量の増加にどのように対処するのか

世界の水使用量の将来見込み

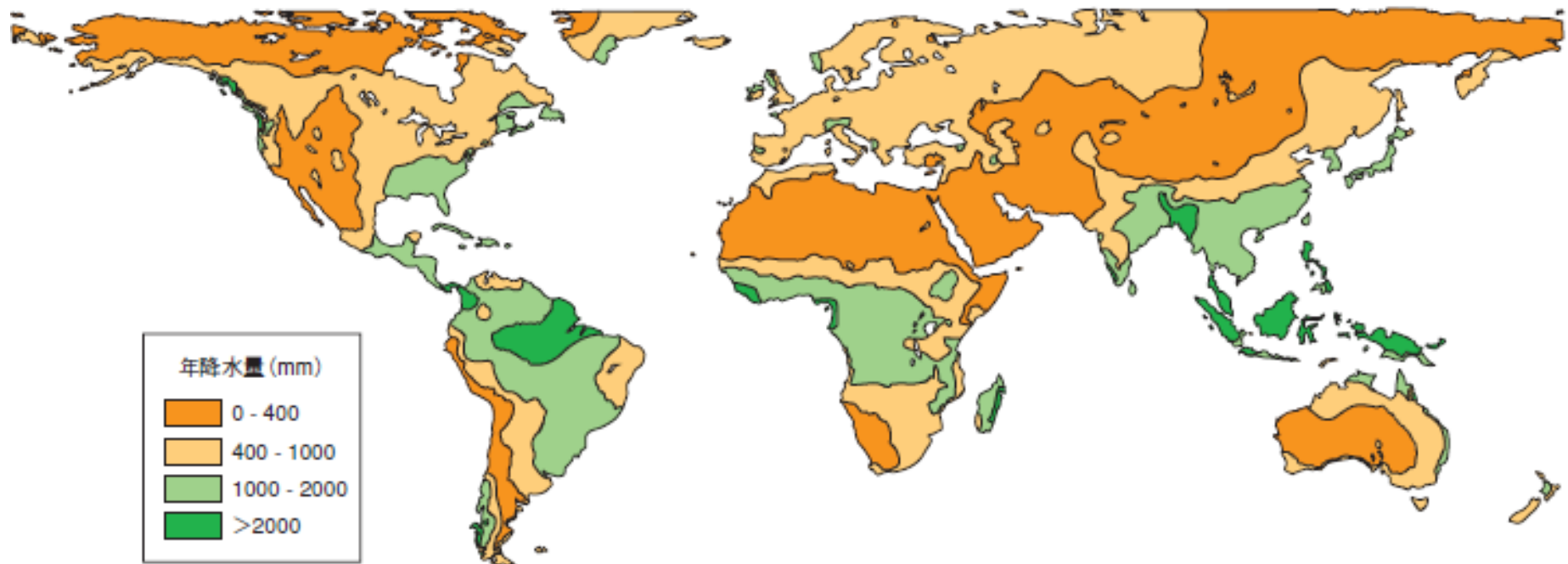
	水使用量		増加量 ②-① (km ³ /年)	増加率 ②/① (%)
	1995年① (km ³ /年)	2025年② (km ³ /年)		
ヨーロッパ	497	602	105	121
北アメリカ	652	794	142	122
アフリカ	161	254	93	158
アジア	2,085	2,997	912	144
南アメリカ	152	233	81	153
オセアニア	26	33	7	127
合計	3,572	4,912	1,340	138
うち 農業用水	2,504	3,162	658	126
工業用水	714	1,106	392	155
生活用水	354	645	291	182

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

3. 水文条件等による かんがいの多様性

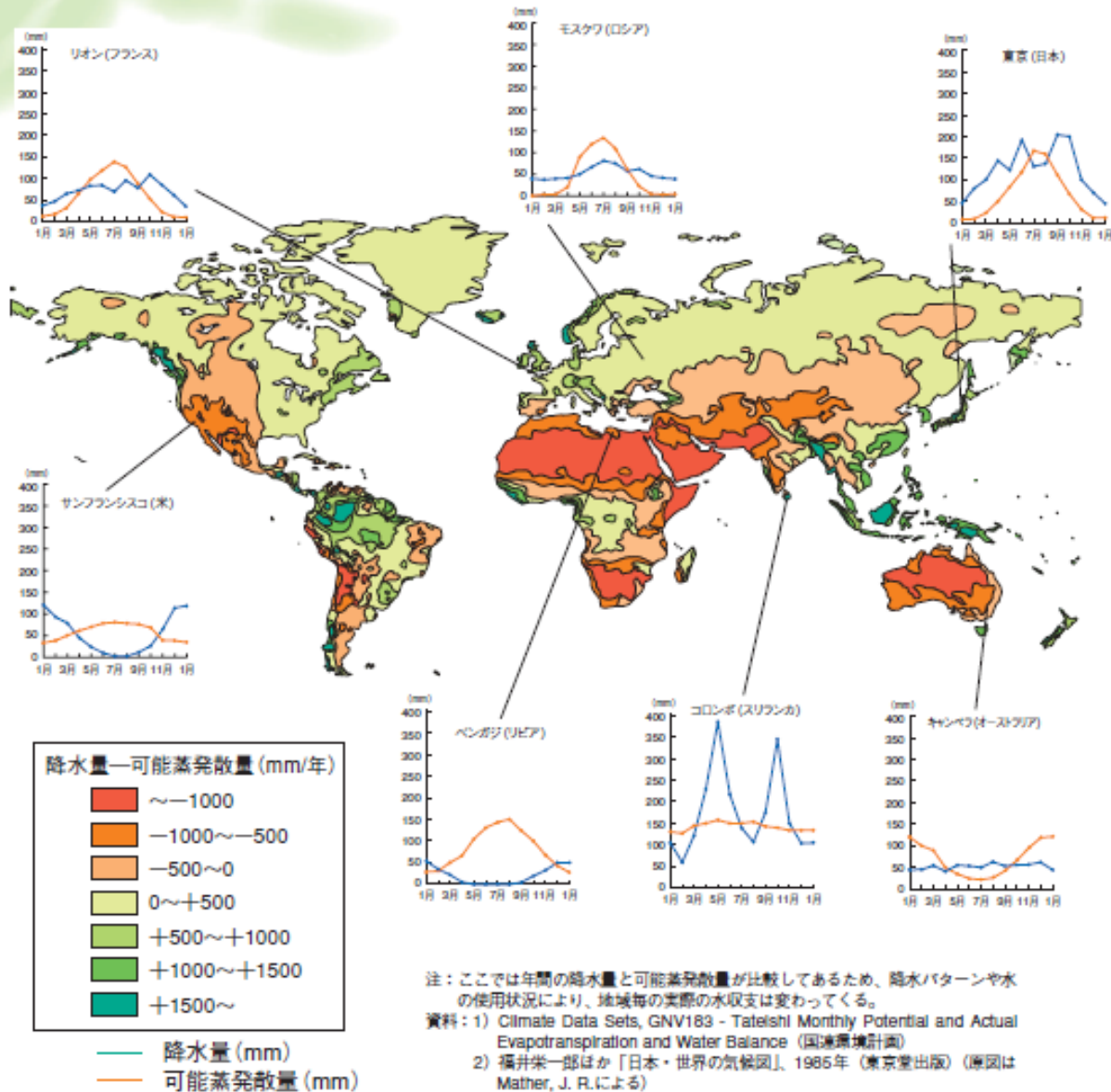
地球上の水循環を支える降水量は、 砂漠から湿潤地域まで極めて多様

世界の年降水量の分布



資料：Climate Data sets, GNV174-Annual precipitation (国連環境計画)

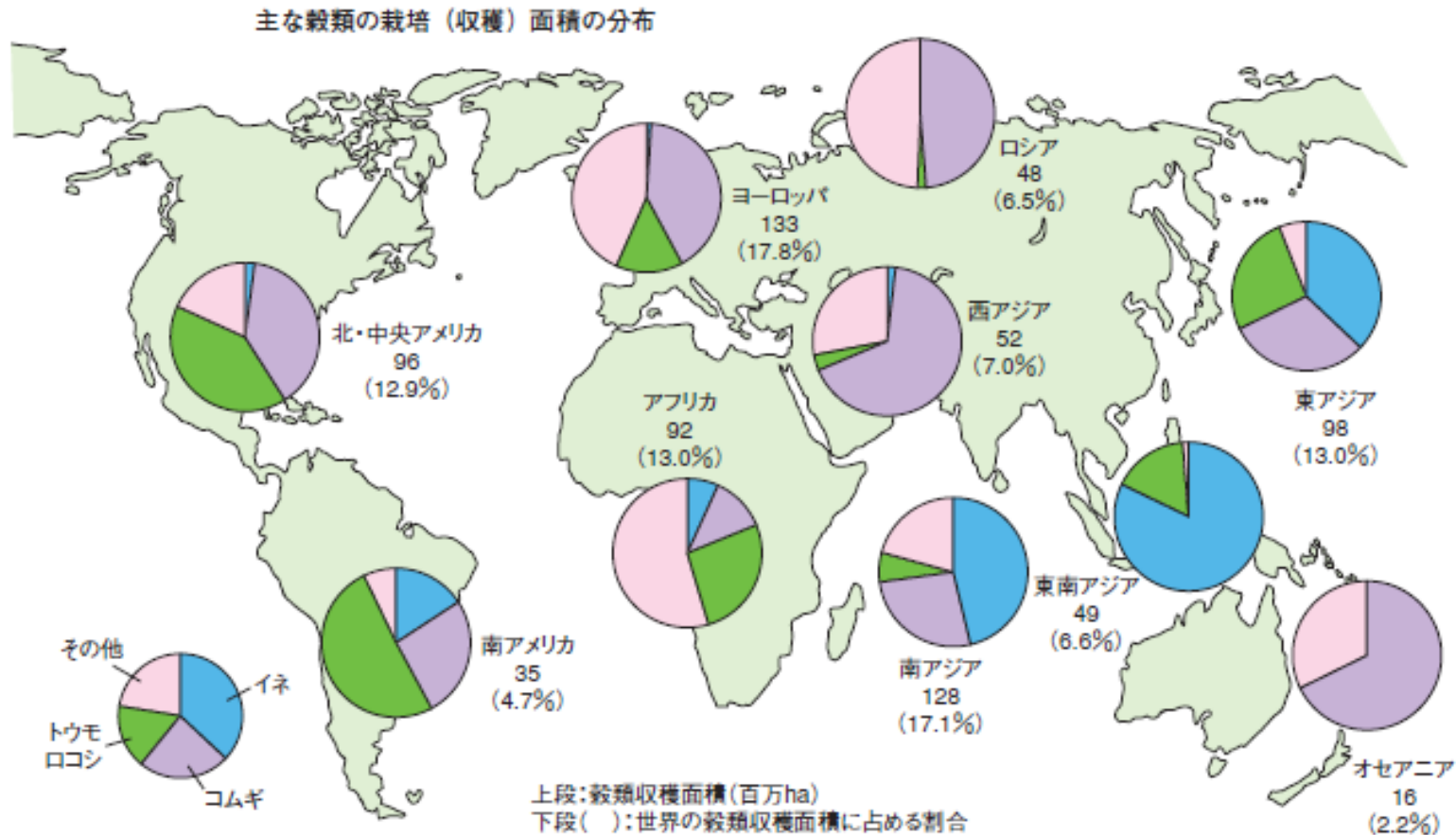
「水収支」(年降水量と年可能蒸発散量の差)の分布



温暖多雨だが水文条件が 過酷なアジア・モンスーン地域



世界の農業生産：三大穀物の栽培の地域特性 (コメ、コムギ、トウモロコシ)



三大穀物の比較

名称	作付面積 (2000年) ¹⁾ (百万ha)	年生産量 (2000年) ¹⁾ ① (百万ton)	乾物1gの 生産に要する 水量 ²⁾ (g)	浸水への 耐性
水稻 (Rice Paddy)	154	600	682	○
小麦 (Wheat)	214	585	557	×
とうもろこし (Maize)	138	593	349	×

名称	①のうち食用としての 消費量 ¹⁾		①のうち輸出量 ¹⁾	
	② (百万ton)	②/① (%)	③ (百万ton)	③/① (%)
水稻 (Rice Paddy)	521	87	36	6
小麦 (Wheat)	419	73	138	24
とうもろこし (Maize)	115	19	85	14

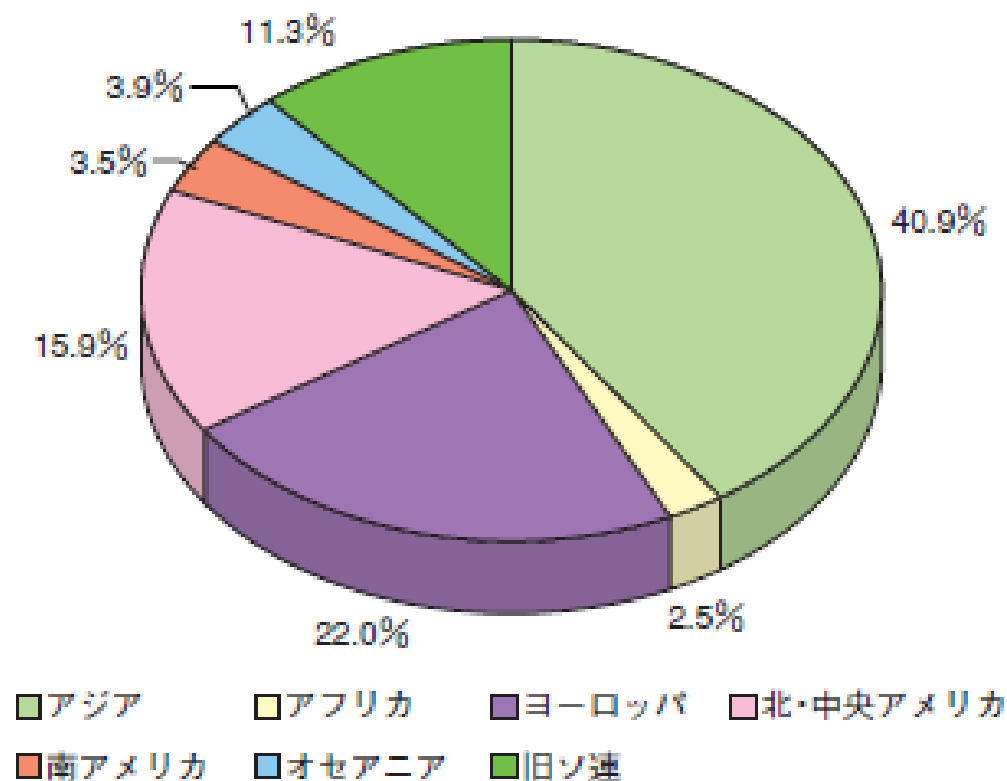
注：水稻の生産量は籾ベースである。乾物1gの生産に要する水量は文献により値に差がある。

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

2) Black, C. C., T. M. Chen and R. H. Brown, Biochemical basis for plant competition. Weed Soc.17,10-20,(1969年)

アジア、欧米が それぞれ世界のコムギの4割を生産

コムギの生産量の地域別割合（2000年）



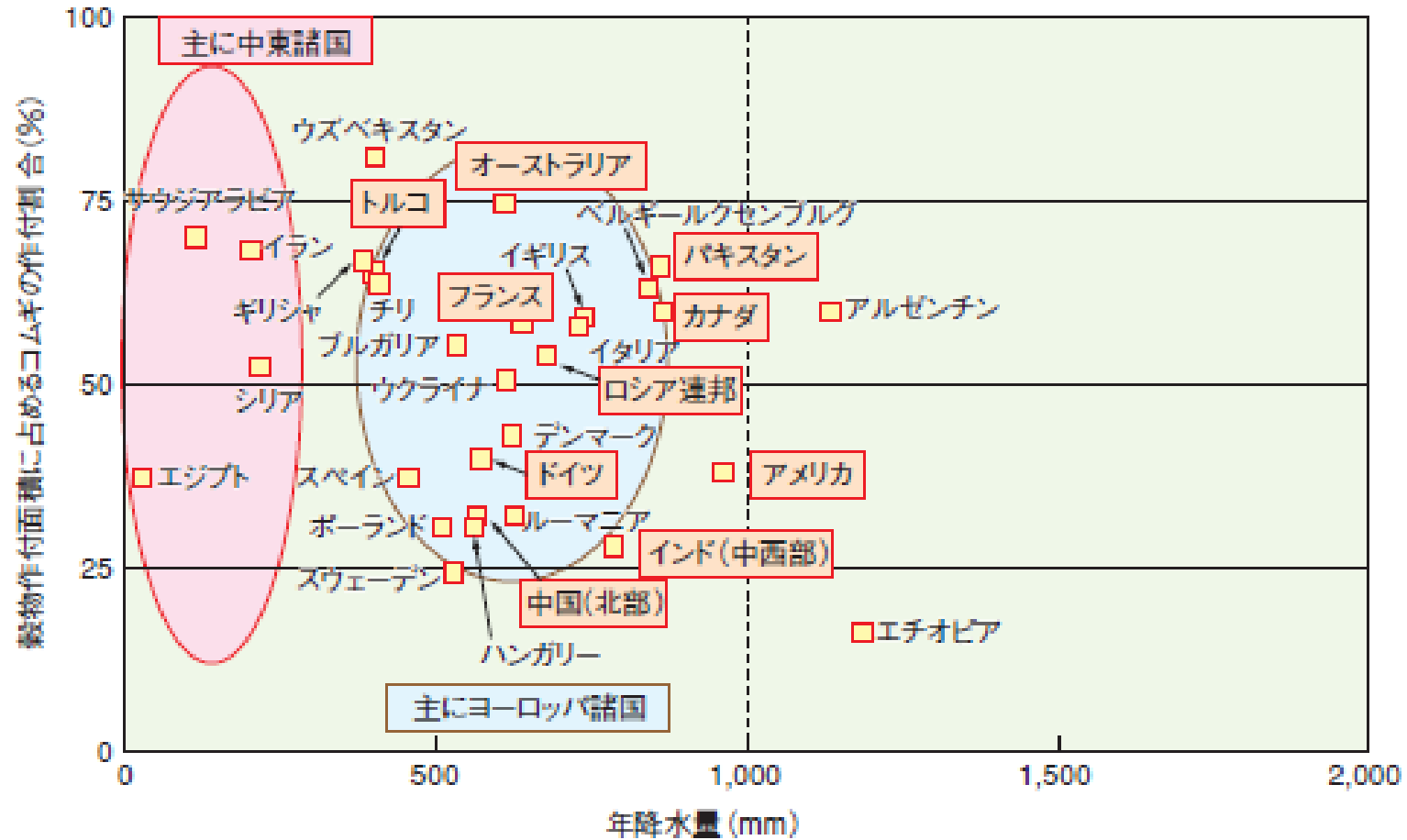
資料：Statistical Databases（国連食糧農産機関）

コムギの生産量の上位10ヶ国（2000年）

順位	国名	世界の生産量 に占める割合 (%)	生産量 (百万ton)	作付面積 (百万ha)
1	中国	17	100	27
2	インド	13	76	27
3	アメリカ	11	61	22
4	フランス	7	37	5
5	ロシア連邦	6	35	20
6	カナダ	5	27	11
7	オーストラリア	4	22	12
8	ドイツ	4	22	3
9	パキスタン	4	21	8
10	トルコ	4	21	9
	小計	75	422	144
	その他	25	152	70
	合計	100	585	214

資料：Statistical Databases（国連食糧農産機関）

各国の穀物作付面積に占めるコムギの作付割合と年降水量の関係

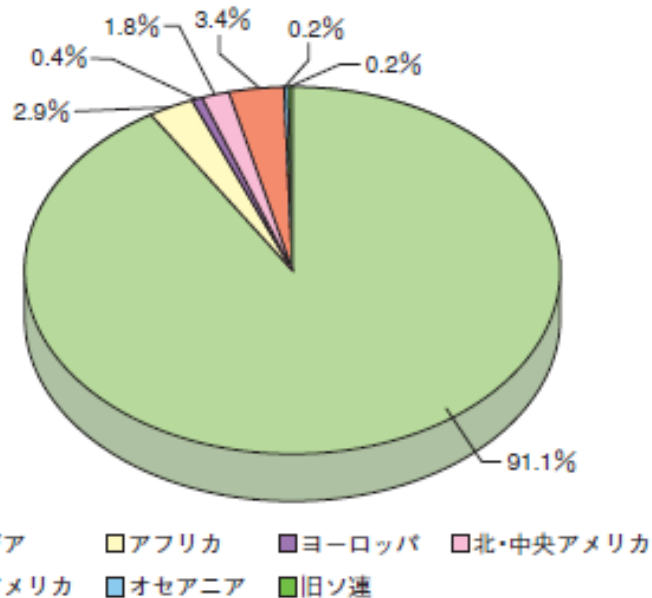


- 注：1. 年降水量は、中国及びインドについては、主にコムギを作付けしている地方の主要都市（中国：北京、インド：ニューデリー）の値。その他の国については首都の値もしくは首都近傍の値。
 2. コムギの作付が10万ha未満の国及び作付割合が10%未満の国は図示していない。また、生産量の上位30カ国について作成した図である。
 3. コムギの生産上位10ヶ国については、**国名**を枠で囲んでいる。

資料：1) Statistical Databases (国連食糧農業機関)
 2) 気象庁「世界気候表」、1994年

年間降水量1,500mm以上の国々が 世界のコメの9割を生産

コメの生産量の地域別割合（2000年）



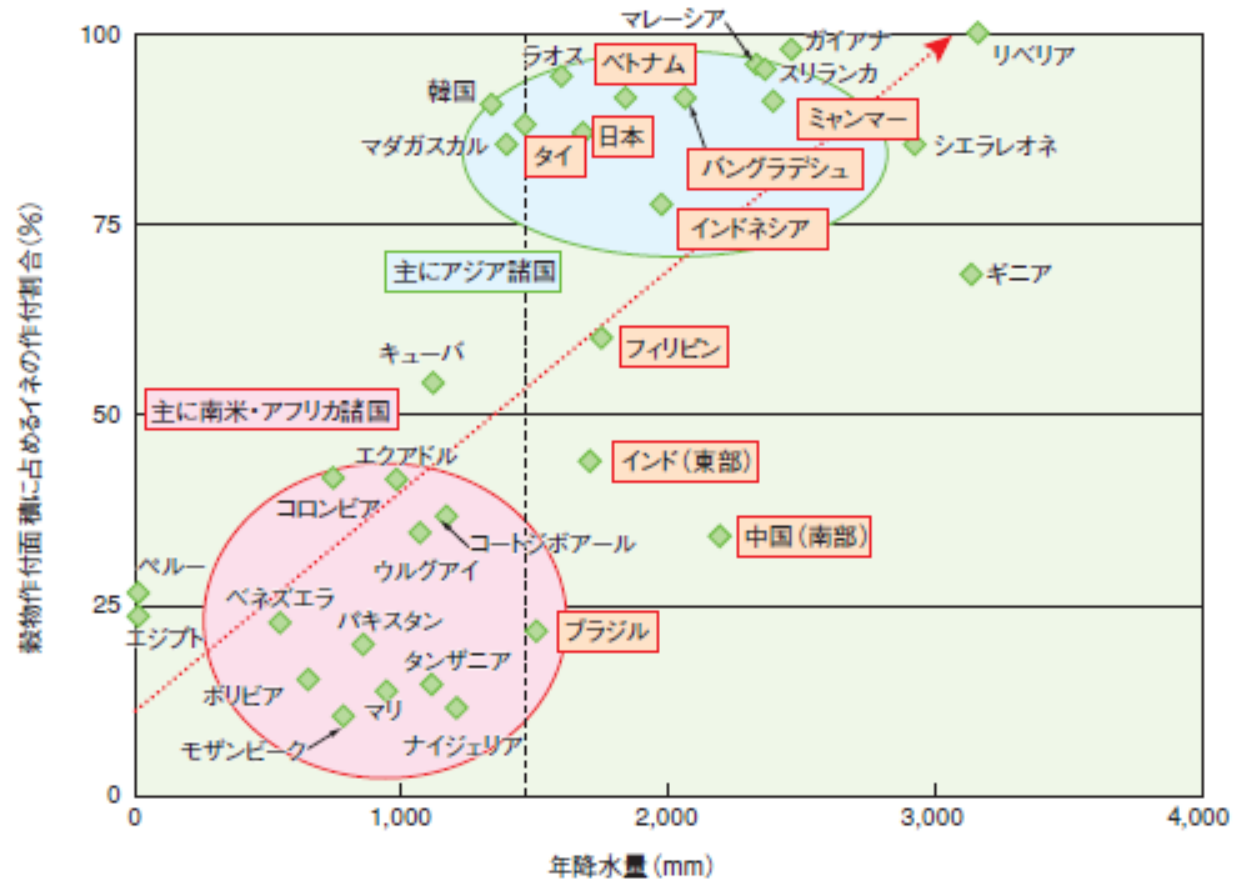
注：生産量は籾ベースである。
資料：Statistical Databases（国連食糧農業機関）

コメの生産量の上位10ヶ国（2000年）

順位	国名	世界の生産量に占める割合 (%)	生産量 (百万ton)	作付面積 (百万ha)
1	中国	32	190	30
2	インド	22	129	45
3	インドネシア	9	52	12
4	バングラデシュ	6	38	11
5	ベトナム	5	33	8
6	タイ	4	26	10
7	ミャンマー	4	21	6
8	フィリピン	2	12	4
9	日本	2	12	2
10	ブラジル	2	11	4
	小計	87	524	132
	その他	13	76	22
	合計	100	600	154

注：生産量は籾ベースである。
資料：Statistical Databases（国連食糧農業機関）

各国の穀物作付面積に占めるイネの作付割合と年降水量の関係



- 注：1. 年降水量は、中国及びインドについては、主にイネを作付けている地方の主要都市（中国：香港、インド：カルカッタ）の値²⁾。日本については全国平均値²⁾。その他の国については首都の値もしくは首都近傍の値²⁾。
 2. イネの作付が10万ha未満の国及び作付割合が10%未満の国は図示していない。
 3. コメの生産上位10ヶ国については、**国名**を枠で囲んでいる。
 4. 生産量は初ベースである。

資料：1) Statistical Databases (国連食糧農業機関)
 2) 気象庁「世界気候表」、1994年
 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

かんがいの目的が単一な乾燥地域と 多面的な湿潤地域

地域別のかんがいの主目的

地域区分	おおよそ該当する平均年降水量	かんがいの主な目的	(参考)排水の主な目的
湿潤地域	>1,000mm	<ul style="list-style-type: none"> ・降雨の時間的、空間的な不均一分布の補完 ・霜害の防止 ・雑草の繁茂の抑制 	<ul style="list-style-type: none"> ・降雨の余水の除去
半湿潤地域	500~1,000mm	<ul style="list-style-type: none"> ・短期の干ばつに備えた保険 ・降雨よりも規則正しい給水を要する作物の増収 ・降雨依存では生産不可能な高価な作物の生産 	
半乾燥地域	250~500mm	<ul style="list-style-type: none"> ・作物の生産期間の降雨の量的不足の補完 	<ul style="list-style-type: none"> ・かんがい水による地中塩類の地表集積の防止
乾燥地域	<250mm	<ul style="list-style-type: none"> ・年間を通じて作物生産の必須条件 	<ul style="list-style-type: none"> ・塩害抑制のための必須条件

資料：福田仁志「世界の灌漑」、1974年（東京大学出版会）を参考に作成

雨期における氾濫（バングラデシュ）



イスラエル北部のかんがい地区

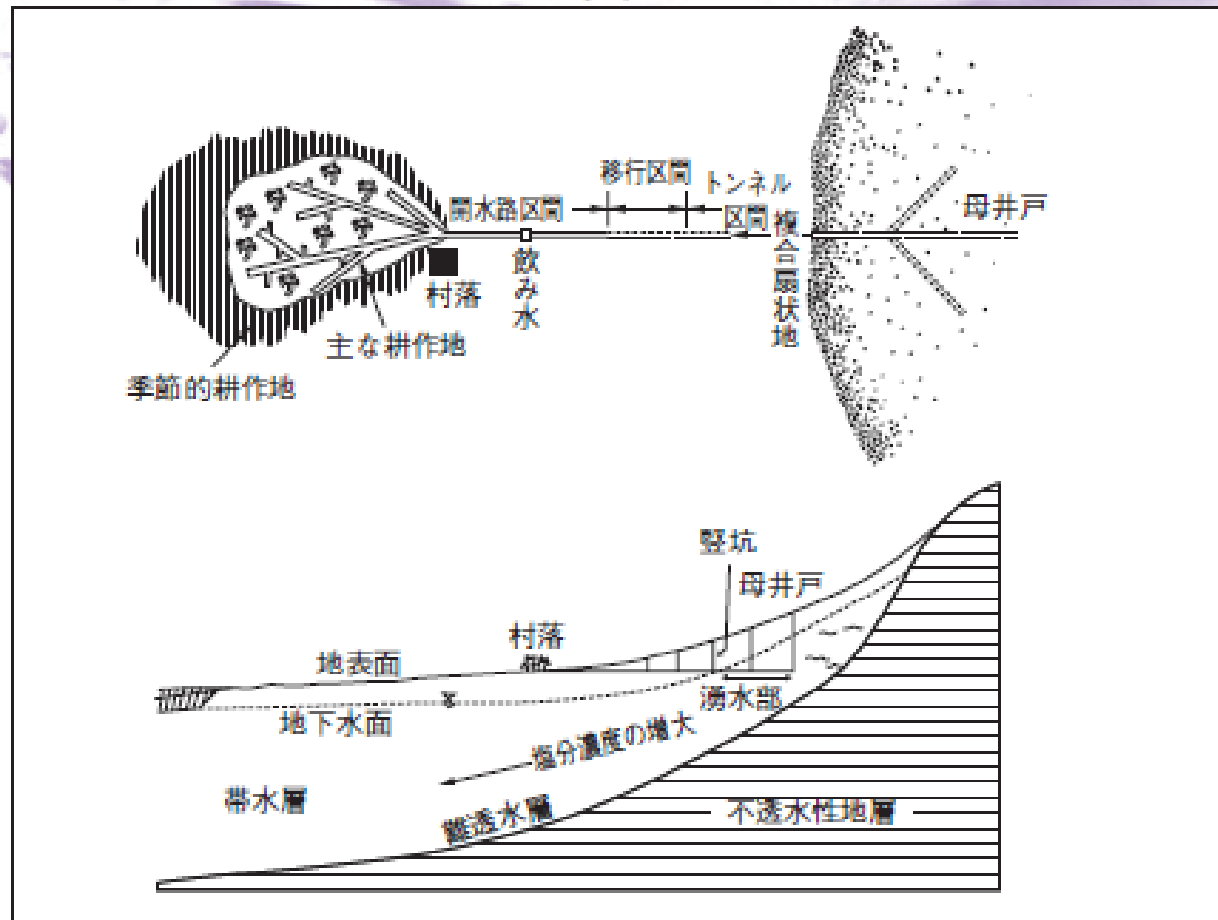


資料：世界の灌漑と排水企画委員会「世界の灌漑と排水」、1995年（家の光協会）

5. 乾燥地域のかんがい

降水量が少ないため、古くから地下水を使用

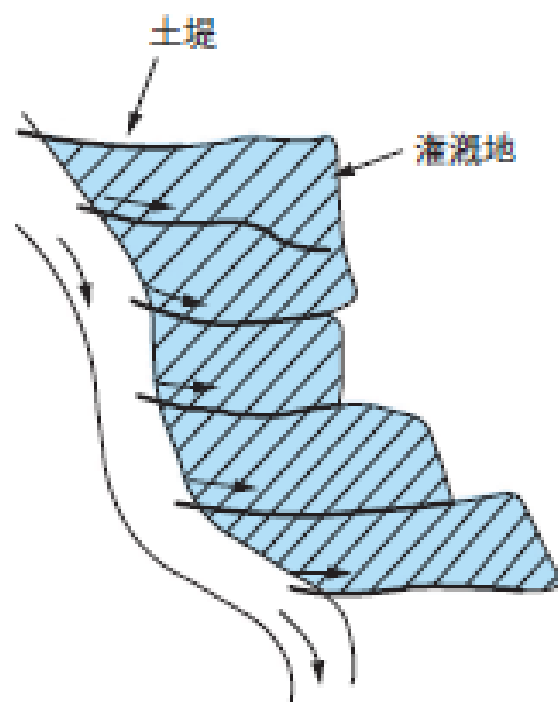
カナートの平面図及び断面図（アラビア半島の事例）



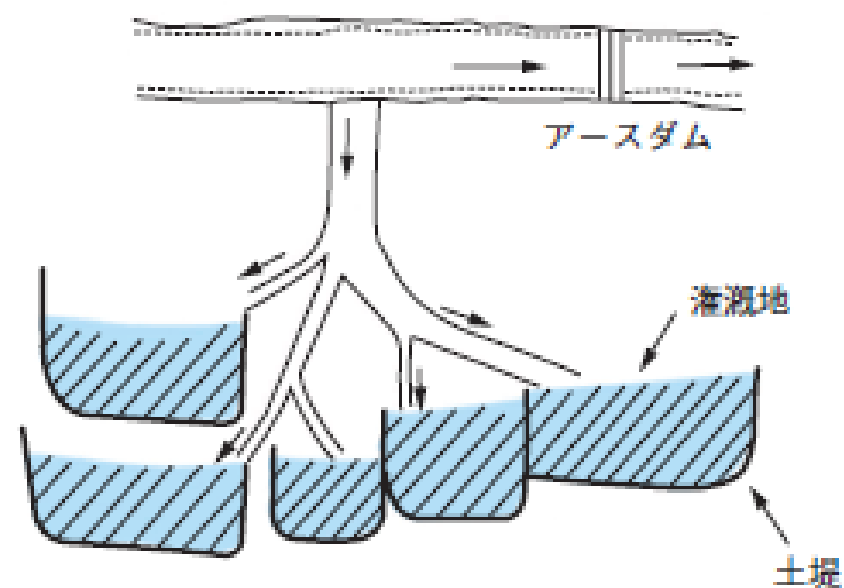
資料：丸山利雄、中村良太『水利環境工学』、1988年（朝倉書店）

雨季などの貴重な水の有効活用

洪水を利用したかんがいの概念図（パキスタンの事例）



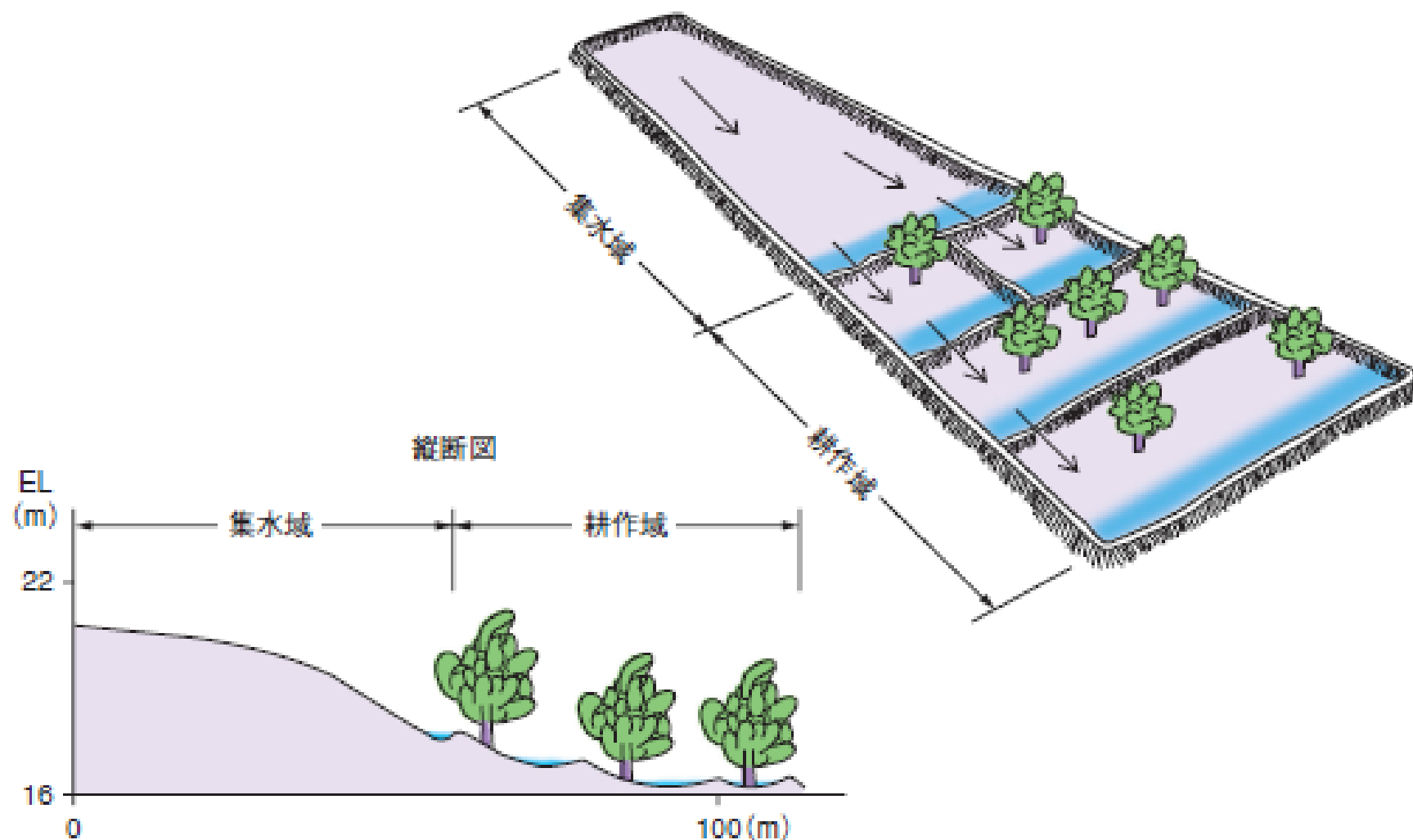
単純な分水



幹線水路を経ての集水システム

資料：丸山利嗣、中村良太ら「水利環境工学」、1988年（朝倉書店）

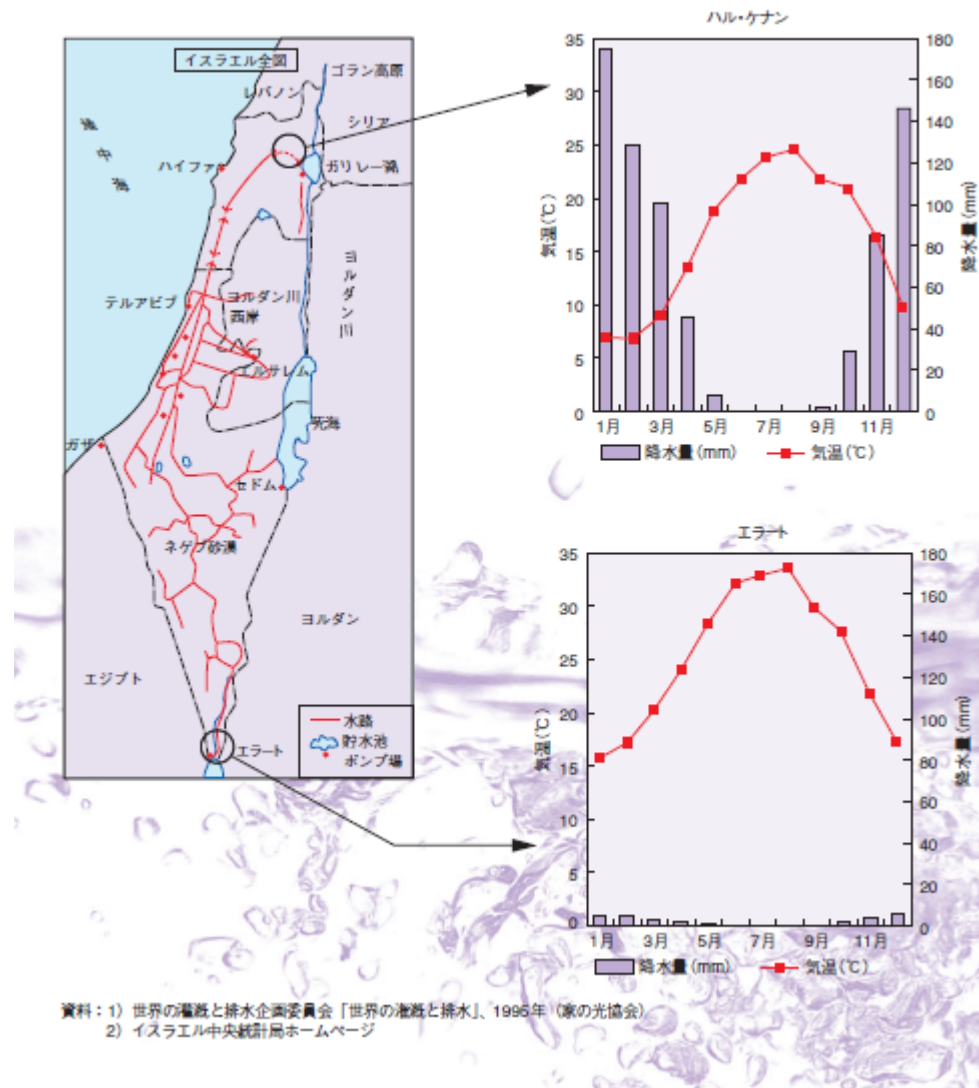
ウォーターハーベスティングの概念図 (チュニジアの事例)



資料：丸山利嗣、富田正彦、三野徹、渡邊裕裕「地域環境工学」、1996年（朝倉書店）

200km離れた高原の水を砂漠で使用

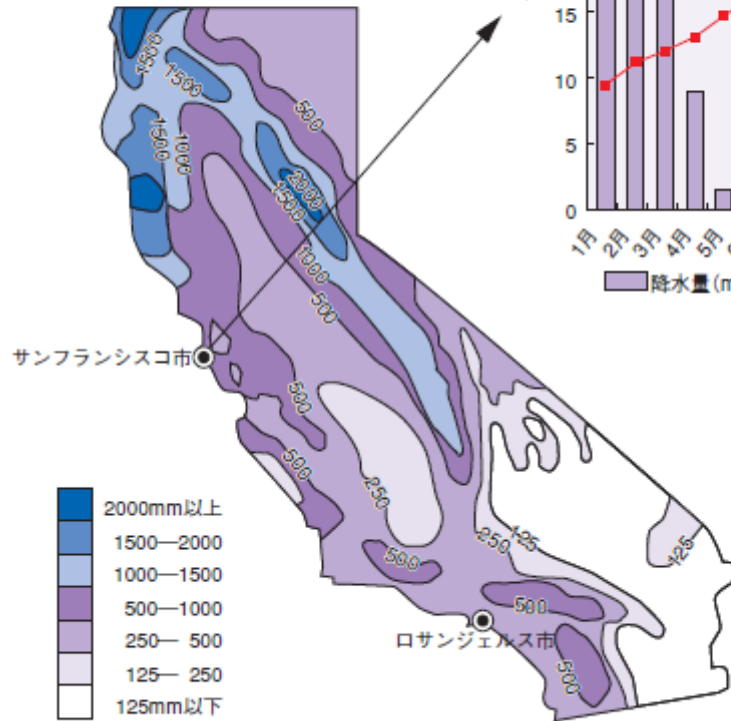
キネレット・ネゲブ国営水路 (イスラエル)



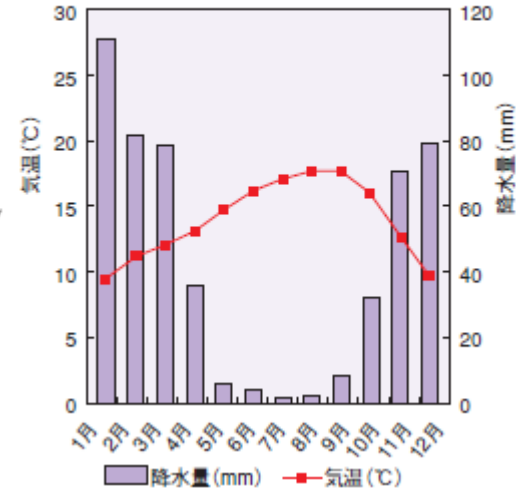
資料：1) 世界の灌漑と排水企画委員会「世界の灌漑と排水」、1995年 (家の光協会)
 2) イスラエル中央統計局ホームページ

かんがいによって生まれ変わった荒野

カリフォルニア州の平均降水量



サンフランシスコ



資料：1) 勝山達郎「転機に立つカリフォルニア農業と米作」、1993年 (地球社)
 2) 気象庁「世界気候表 (1961～1990)」、1994年

カリフォルニア州の主要水利施設



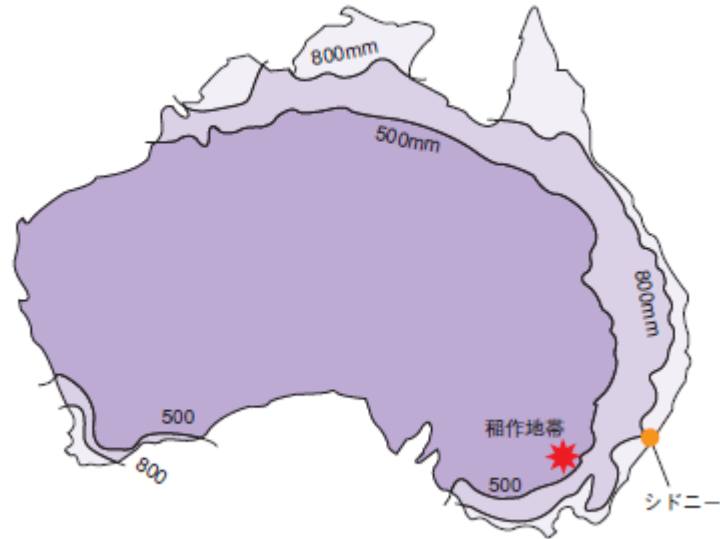
塩類集積により生産が低下した農地



資料：U. S. Soil Conservation Service、1963年

乾燥地域の水田かんがい

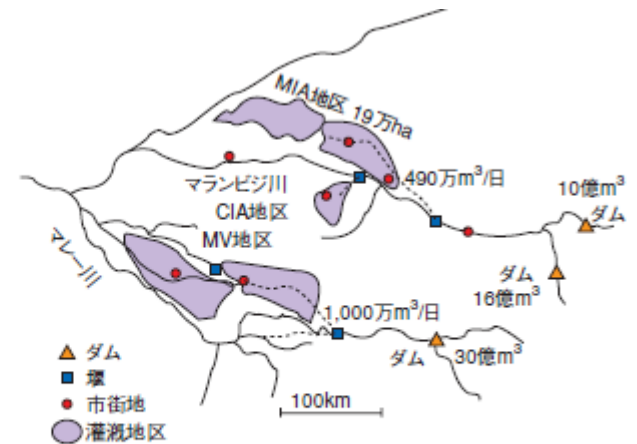
オーストラリアの水田地帯と年降水量



資料：田淵俊雄「世界の水田 日本の水田」、1999年（株）山崎農業研究所

水田地帯の概要

地区名	水田面積
MIA	4万ha
CIA	2.4万ha
MV	5.6万ha
計	12万ha



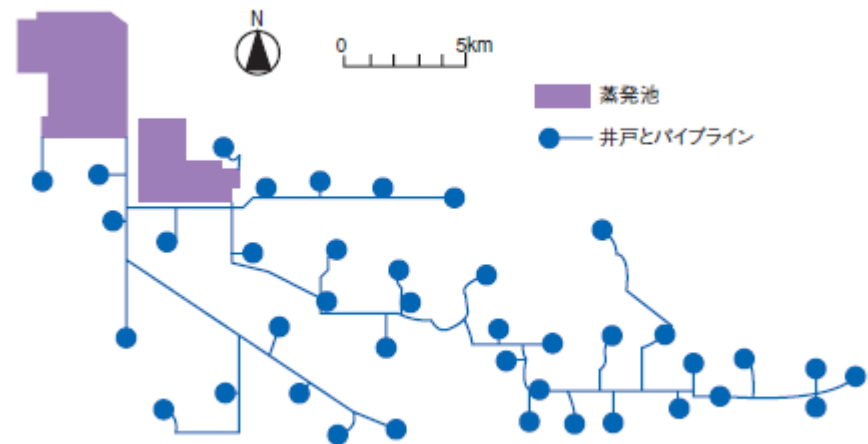
資料：田淵俊雄「世界の水田 日本の水田」、1999年（株）山崎農業研究所

巨大な蒸発池



資料：田淵俊雄「世界の水田 日本の水田」、1999年（株）山崎農業研究所

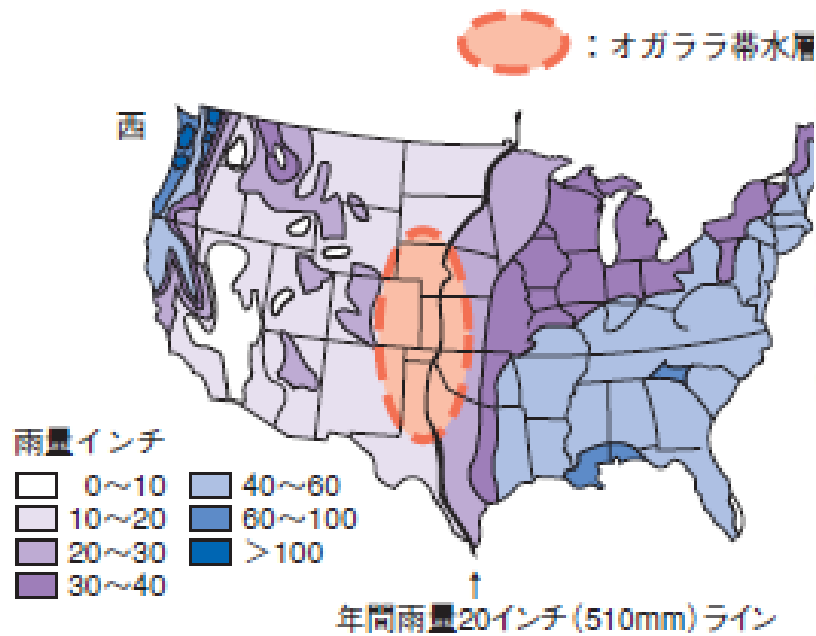
地下水汲み上げのネットワーク



資料：田淵俊雄「世界の水田 日本の水田」、1999年（株）山崎農業研究所

地下水の汲み上げによる穀倉地帯の形成

米国の降水量分布とオガララ帯水層の位置



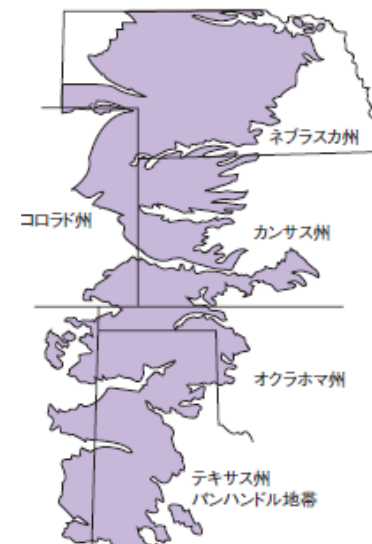
資料：服部信司「先進国の環境問題と農業」、1992年（財）富民協会

センターピボットによるかんがい風景



資料：平成13年度 千葉県情報教育センター ソフトウェア開発（安藤清氏提供）

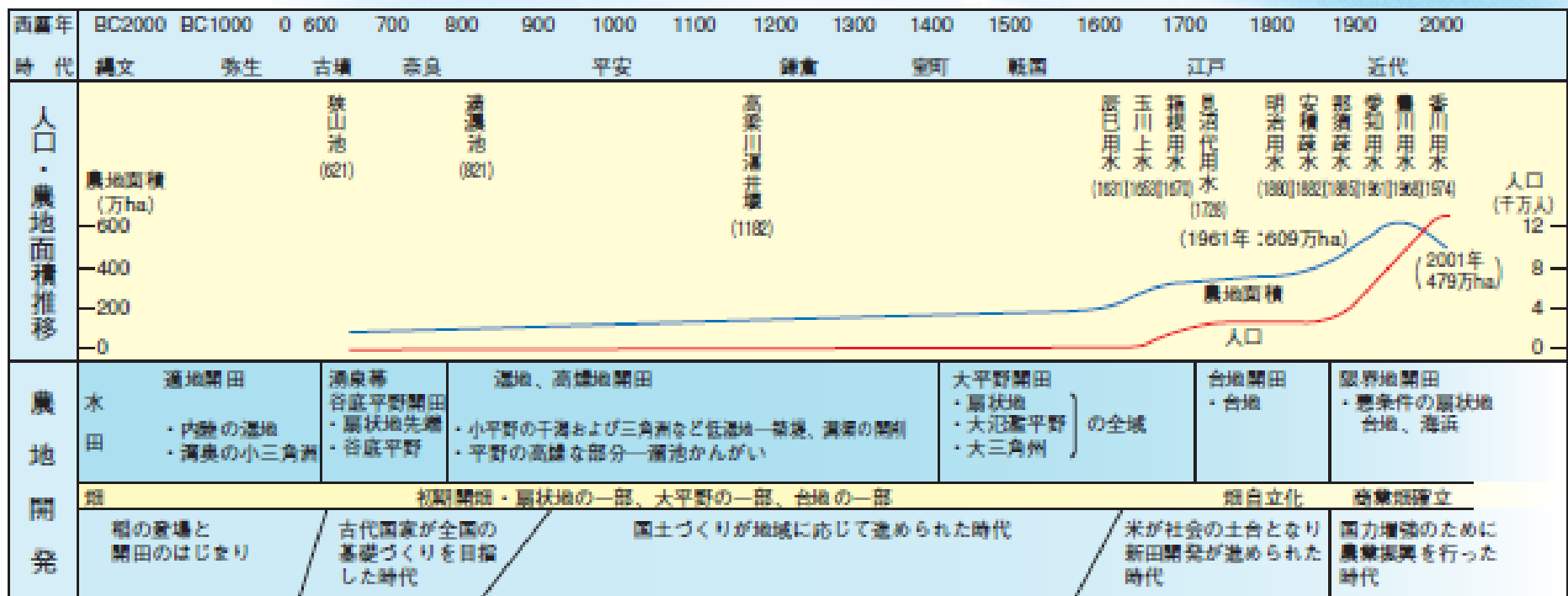
オガララ帯水層



5. 湿潤地域のかんがい

人口の増加を支えてきた湿潤地域の 水田かんがい

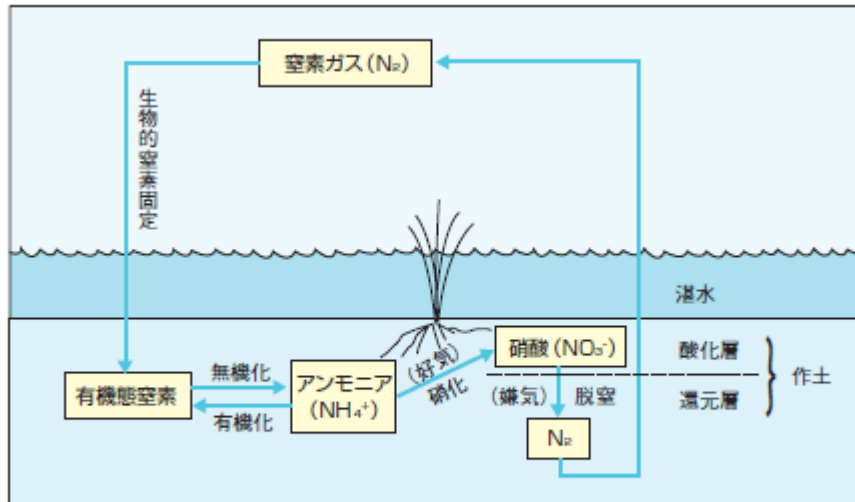
農業用水の歴史



資料：農業土木歴史研究会「大地への刻印」、1988年（公共事業通信社）をもとに、農村振興局作成

水田かんがいは持続性の高い優れた農法

水田への窒素の固定



(参考)
湛水下の水田では藍藻類による空気中の窒素の固定（生物学的窒素固定）が行われ、その量はイネの生育期間の平均で10a当たり3〜4kgとされる。これは、150〜200kgの米の収量が期待できる施肥量に相当すると言われる。

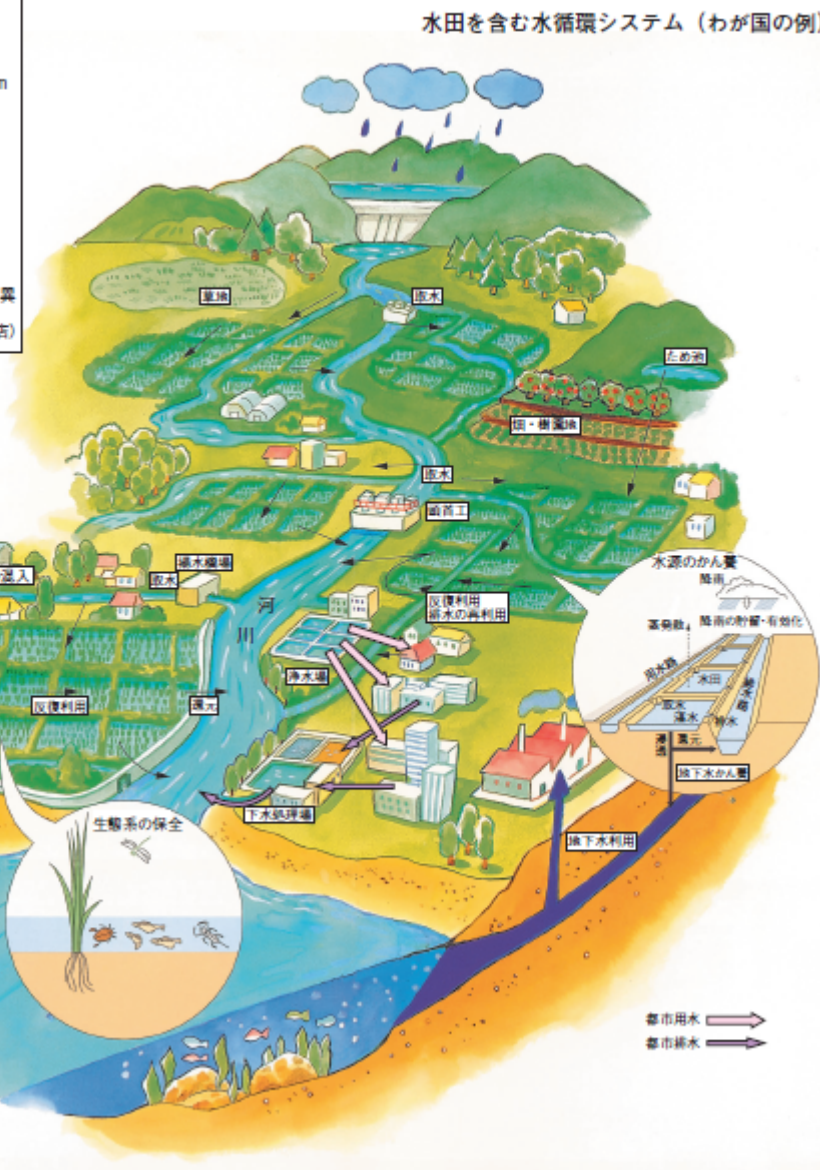
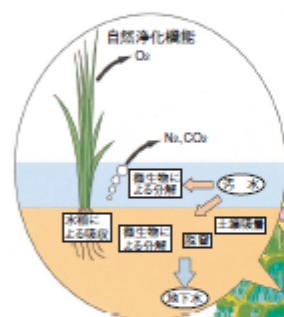
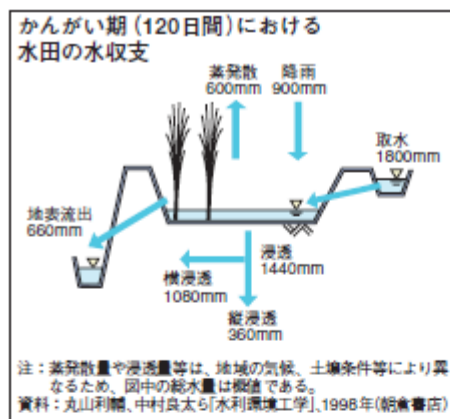
資料：渡部忠世ら「アジア稲作文化の生態基盤」、1987年（小学館）

水田農業と地形・降雨条件との関係

	湿潤地域の水田農業	乾燥地域の水田農業
山間傾斜地	<ul style="list-style-type: none"> 水田のような畦で囲まれたテラス状の農地が土壌浸食を防止 浸透水による地下水のかん養及び下流での反復利用 生態系の維持や水質の浄化 	<ul style="list-style-type: none"> 比較的制約の大きい水資源を多量に使用 浸透水による地下水位の上昇を原因とした周辺畑地等における湿害や塩害の恐れ
河川沿いの低平地	<ul style="list-style-type: none"> 洪水や冠水に対し、湛水条件下で育つイネの特性が有効 水田による貯水が周辺地域の洪水防止に有効 	

資料：田沼俊雄「世界の水田 日本の水田」、1999年（山崎農薬研究所）を参考に作成

健全な水循環の形成に貢献する水田



資料：「農業用水」(農林水産省パンフレット)

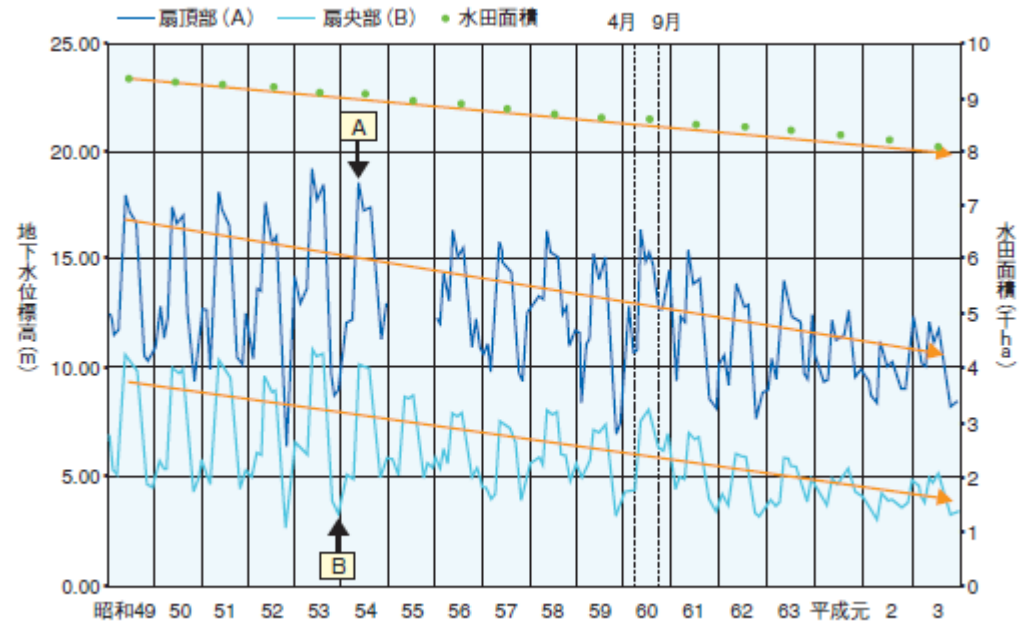
水田によってかん養された地下水の利用例

白川中流域における地下水かん養の仕組み



資料：(財)熊本開発センター「熊本地域の地下水研究・対策史」をもとに作成

手取川扇状地における地下水位と水田面積の経年変化



資料：北雄農政局「農業・農村の持つ多面的機能」

共同体による水管理

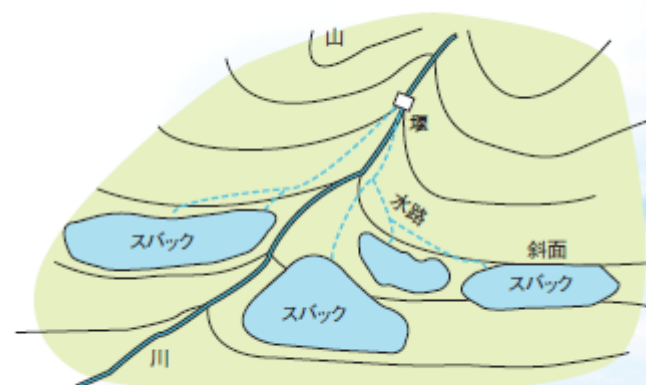
スバック
ムアンファイ
カンナ
土地改良区

共同体による伝統的な水管理システムの例

国（組織の名称）	概要
インドネシア バリ島 （スバック）	<ul style="list-style-type: none"> ・流水の分配を意味する「seuwak」を語源とする水利共同体組織で、個々が水管理事務所と小さな寺院を所有 ・1000年程度前に作られ、現在バリ島全土に約1600組織 ・寄り合いの場で、作付開始時期、神事の日取り、施設補修等の方針を決定 ・1組織の管理する水田面積は、2ha～500ha
タイ北部 （ムアンファイ）	<ul style="list-style-type: none"> ・水配分、かんがい施設の維持管理、労力資財の調達、水利紛争の調停等の役割 ・小河川の取り入れごとに組織 ・「サンヤ」と呼ばれる規約に基づき、公平を基本に機能
スリランカ （カンナ）	<ul style="list-style-type: none"> ・国内にある10,000以上のため池の管理組織 ・構成員の義務は、「シリス」と呼ばれる慣習法的な規約に規定される ・シリスに違反した場合、水を利用できなくなる

資料：1) 田沼俊雄「世界の水田 日本の水田」、1999年（山崎農業研究所）
2) 世界の灌漑と排水企画委員会「世界の灌漑と排水」、1995年（家の光協会）

スバックによる棚田の管理



資料：田沼俊雄「世界の水田 日本の水田」、1999年（山崎農業研究所）

年間を通じた水稻栽培の状況



資料：田沼俊雄「世界の水田 日本の水田」、1999年（山崎農業研究所）

6. 農業用水の多面的な役割

湿潤地域の生物多様性や水辺環境の保全に重要な役割を果たす水田

水田とその周辺環境イメージ



伝統的な共同体と地域社会の形成・ 伝統及び文化の継承

農事に関する行事の例

水田へ神を迎える行事や、豊作を願う儀礼など地域によって特徴はあるが、いずれも自然との共生に基づいたものが多いと言われている。

タイ(チェンマイ周辺)	
播種期	森と土地の神、先祖の霊にそれを報告し、加護を祈る。
収穫期	精霊にモミを増やしてくれるよう祈る。
収穫後	耕地を森の神に返す儀礼を行う。村の守護神に村に帰ってくるのを受け入れてもらう儀礼を行う。
ジャワ島	
播種期	呪術師により、イネの神に豊作祈願の呪文を唱える儀礼を行う。
収穫期	イネの神に収穫する田へ降りてくるよう呼びかけの儀礼を行う。
収穫後	水田に旗を立て、稲束を米倉に運び込む(収穫後40日間は取り出さない)。村では共に食事が行われる。
日本	
播種期	田植え前に植え初めの儀礼を行う。
収穫期	田植えが終わると田の神を送る行事を行う。
収穫後	稲刈りが終わった日に鎌に感謝し、収穫祭として豊年の祝いを行う。 稲の実を神に供え、収穫が無事に終わったことに対する祝いの儀礼(神嘗祭、新嘗祭)

資料：渡部忠世ほか「稲のアジア史2」、1987年(小学館)を参考に作成

米の豊作を祈願するお祭り(日本)



資料：農村メッセージ(鳥取県・鳥取県土地改良事業団体連合会/バンフレット)

水田かんがいにより発揮される 農業が有する多面的機能

日本学術会議の答申で示された農業の有する多面的機能

日本学術会議は、農業には次のような多面的な機能があると答申した。

1 持続的食料供給が国民に与える将来に対する安心
2 農業的土地利用が物質循環系を補完することによる環境への貢献
1) 農業による物質循環系の形成
(1) 水循環の制御による地域社会への貢献 洪水防止、土砂崩壊防止、土壌浸食(流出)防止、河川流況の安定、地下水涵養
(2) 環境への負荷の除去・緩和 水質浄化、有機性廃棄物分解、大気調節(大気浄化、気候緩和など)、資源の過剰な集積・略奪防止
2) 二次的(人口の)自然の形成・維持
(1) 新たな生態系としての生物多様性の保全等 生物生態系保全、遺伝資源保全、野生動物保護
(2) 土地空間の保全 優良農地の動態保全、みどり空間の提供、日本の原風景の保全、人工的自然景観の形成
3 生産・生活空間の一体性と地域社会の形成・維持
1) 地域社会・文化の形成・維持
(1) 地域社会の振興
(2) 伝統文化の保存
2) 都市的緊張の緩和
(1) 人間性の回復
(2) 体験学習と教育

資料：日本学術会議「地球環境・人間生活にかかわる農業及び森林の多面的機能の評価について(答申)」、2001年

農業が有する多面的機能の貨幣評価例

日本における農業が有する多面的機能について、次のように貨幣評価した例もある。

項目(機能)	評価手法	評価額
洪水防止機能	代替法	3兆4,988億円/年
河川流況安定機能	代替法	1兆4,633億円/年
地下水涵養機能	直接法	537億円/年
土壌侵食(流出)防止機能	代替法	3,318億円/年
土砂崩壊防止機能	直接法	4,782億円/年
有機性廃棄物処理機能	代替法	123億円/年
気候緩和機能	直接法	87億円/年
保健休養・やすらぎ機能	トラベルコスト法	2兆3,758億円/年

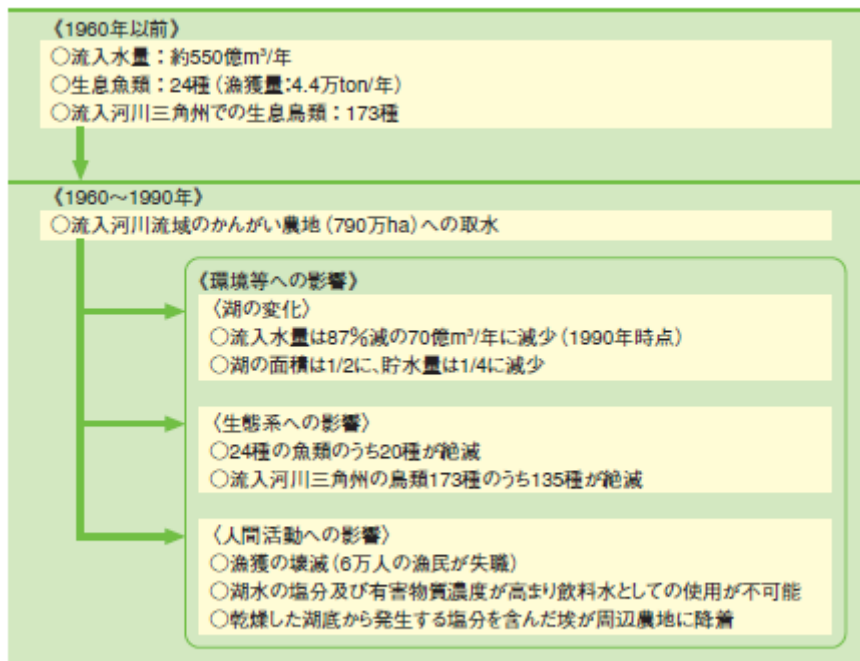
- 注：1) 農業の多面的機能のうち物理的な機能を中心に貨幣評価可能な一部の機能について、日本学術会議の特別委員会の討議内容を踏まえ、(株)三菱総合研究所が貨幣評価を行ったものである。
- 2) 機能によって評価手法が異なっていること、また、評価されている機能が多面的機能全体のうち一部の機能にすぎないことから、合計額は記載していない。
- 3) 洪水防止機能、河川流況安定機能、土壌侵食(流出)防止機能等の合か代替法による評価額についてはダム等を代替財として評価したものであるが、農業の有する機能とダム等の機能と性格が異なる面があり、同等の効果を有するものではないことに留意する必要がある。
- 4) 保健休養・やすらぎ機能については、機能のごく一部を対象とした試算である。
- 5) いずれの評価手法も一定の仮定の範囲内においての数字であり試算の範疇を越えるものではなく、その適用に当たっては細心の注意が必要である。

資料：(株)三菱総合研究所「地球環境・人間生活にかかわる農業及び森林の多面的機能の評価に関する調査研究報告書」、2001年

7. 世界のかんがいを巡る課題と その解決に向けて

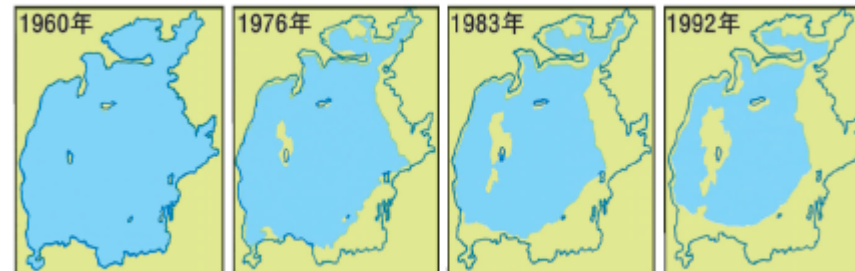
乾燥地域における塩類集積問題

アラル海周辺の開発とその影響



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）を参考に作成

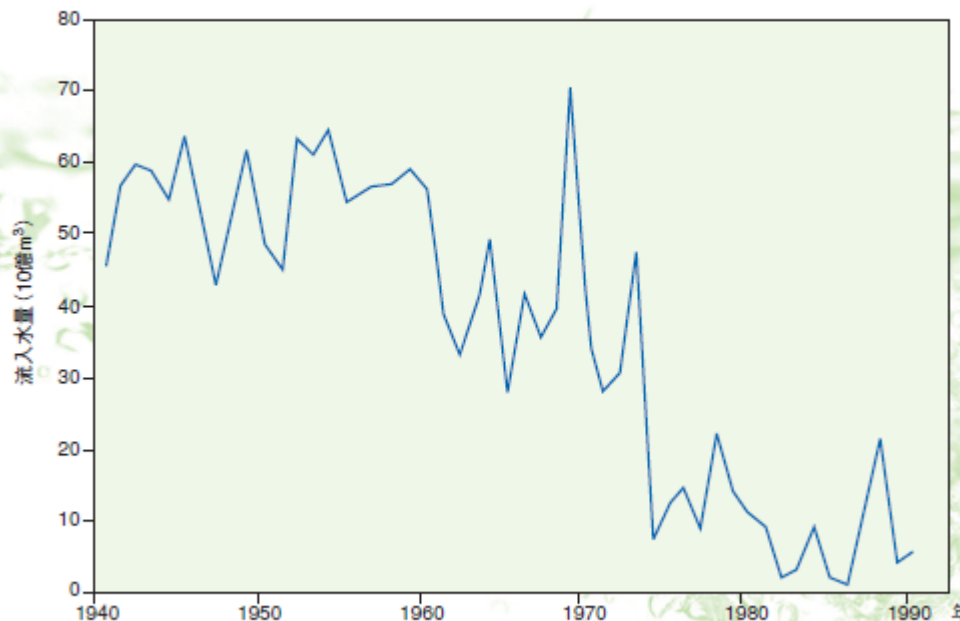
アラル海貯水面積の変化



資料：世界の灌漑と排水、東の光協会

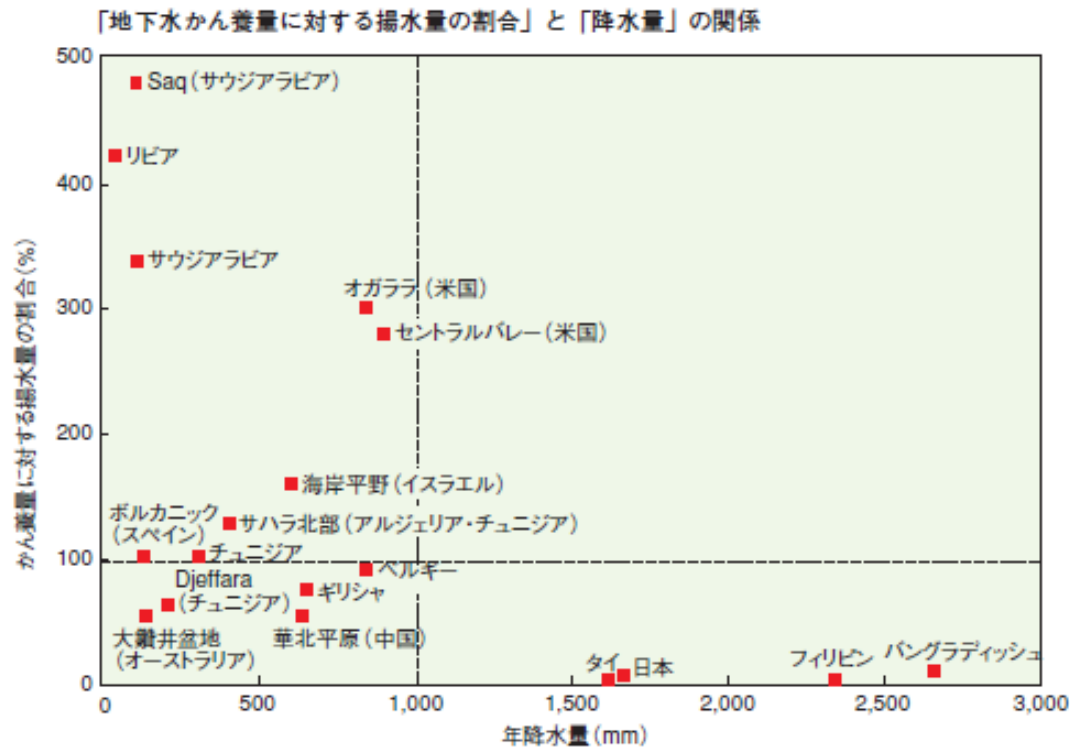
アラル海への河川流入水量の推移

1960年以前には550億m³/年程度あった河川流入水量は、河川水の利用が進んだ1990年には70億m³/年程度に減少している。



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）

地下帯水層の涸渇は乾燥地域のかんがい農業にとって脅威

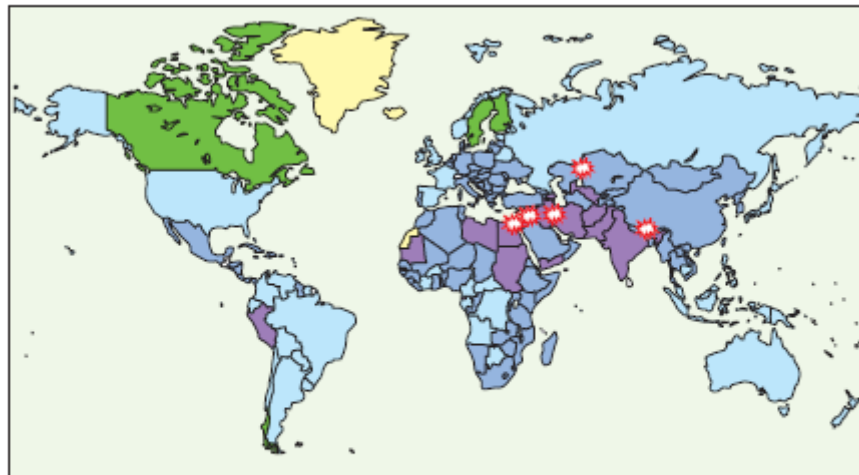


注：国名のみを示している場合は、当該国の値であり、データは資料1 (地下水揚水状況) 及び2 (平均降水量) による。
帯水層名を示し、() 内に国名を示している場合は、当該帯水層の値であり、データは資料3 (地下水揚水状況) 及び4 (帯水層近傍観測所の降水量) による。

- 資料：1) 世界の資源と環境1998～1999
2) Statistical Databases (国連食糧農業機関)
3) I. A. Shiklomanov, Assessment of Water Resources and Water Availability in the World, 1996年 (世界気象機関)
4) 「世界気候表 (1961～1990)」, 1994年 (気象庁)

国際河川における水を巡る 紛争の回避と解決

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⁾ 緑 問題なし 浅青 低 中 紫 高 黄 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年『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)

水を巡る代表的な地域紛争等 (例)

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。

資料：レスター・ブラウン編著『地球白書1996～97』(ダイヤモンド社)

アジアにおける大規模 かんがいシステムの管理を巡る課題

大規模なかんがいシステムの例

国名	地域	事業名	受益面積 (万ha)	主要施設等
インドネシア	中部・東部 ジャワ	Solo	31.3	ウオノギリダム(4.4億m ³)等ダム39、 河川改修278km
マレーシア	西海岸東部	Muda	9.6	ダム2(9億m ³)等
フィリピン	マニラ北部	UPRIIS	11.7	バンタパンガンダム(28億m ³)、頭首工8、 幹線水路284km
スリランカ	北東全域	Mahaweli	16.6	セナナヤケダム他21ダム(13億m ³)等
タイ	中央平野	ChaoPhraya	120	プミボンダム(100億m ³)、シリキットダム (95億m ³)、チャイナート頭首工等
台湾	南西部	嘉南	14.8	烏山頭ダム(1.4億m ³)、 排水改良5,800ha等

資料：真勢 徹「水がつくったアジア」、1994年（家の光協会）

掛樋からの漏水の例（スリランカ）



資料：国連食糧農業機関

かんがい施設の維持管理状況（例）

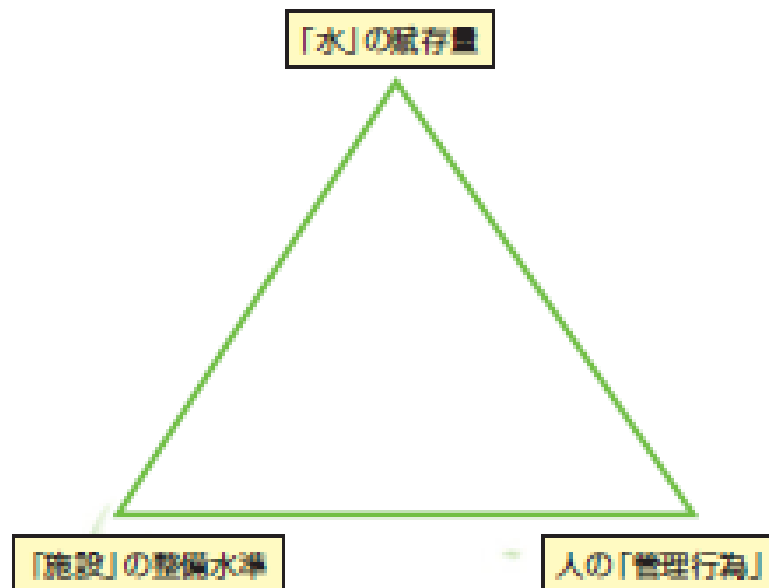
国名	維持管理の状況
パキスタン	1981年以降、世銀が行った構造調整融資の一環としては場水管理事業において水利組合の結成を進めているが、有効に機能していない。
フィリピン	国営かんがい地区では受益者の同意を徴集することなく事業を進めてきたため、水利組合の組織率、水利費の徴収率は極めて低い状況にあり、国家灌漑庁の施設管理事業の大きな支障になっている。
インドネシア	基幹水利施設の管理経費が増大し、州政府の財政支出が困難になったため、農民負担に切りかえようとしているが徴収が上手くいっていない。

資料：黒田正治「農業水利システムの管理」、2000年（農業土木機械化協会）

かんがいの多様性とそれを踏まえた合理的な経済議論の必要性

ウォーター・プライシング

かんがいシステムの3要素



資料：「水土の知を語る」、2002年（農業土木総合研究所）

水の価格づけに関する議論の例

水の価格づけ（ウォータープライシング）

水資源の効率的な使用を促進するためには、水に価格づけをするべきとの見解も見られる。

- 水はあらゆる総合的用途において経済価値を有し、経済的財貨として認識されるべき（ダブリン宣言）
- 水を低コストあるいは無料で利用できるようにすると、利用者に正しい水使用の動機づけをすることができない。水関連サービスは、すべての利用者に対して全費用負担で価格を設定されるべき。（世界水会議）
- あらゆる用途における経済的・環境的・文化的な価値を反映した形で水をマネジメントすること。また、提供に要したコストを反映した水サービスにおける価格設定を促進すること。なお、このアプローチでは貧困層や弱者の基本的欲求と公平性が考慮されねばならない。（ハーグ宣言）

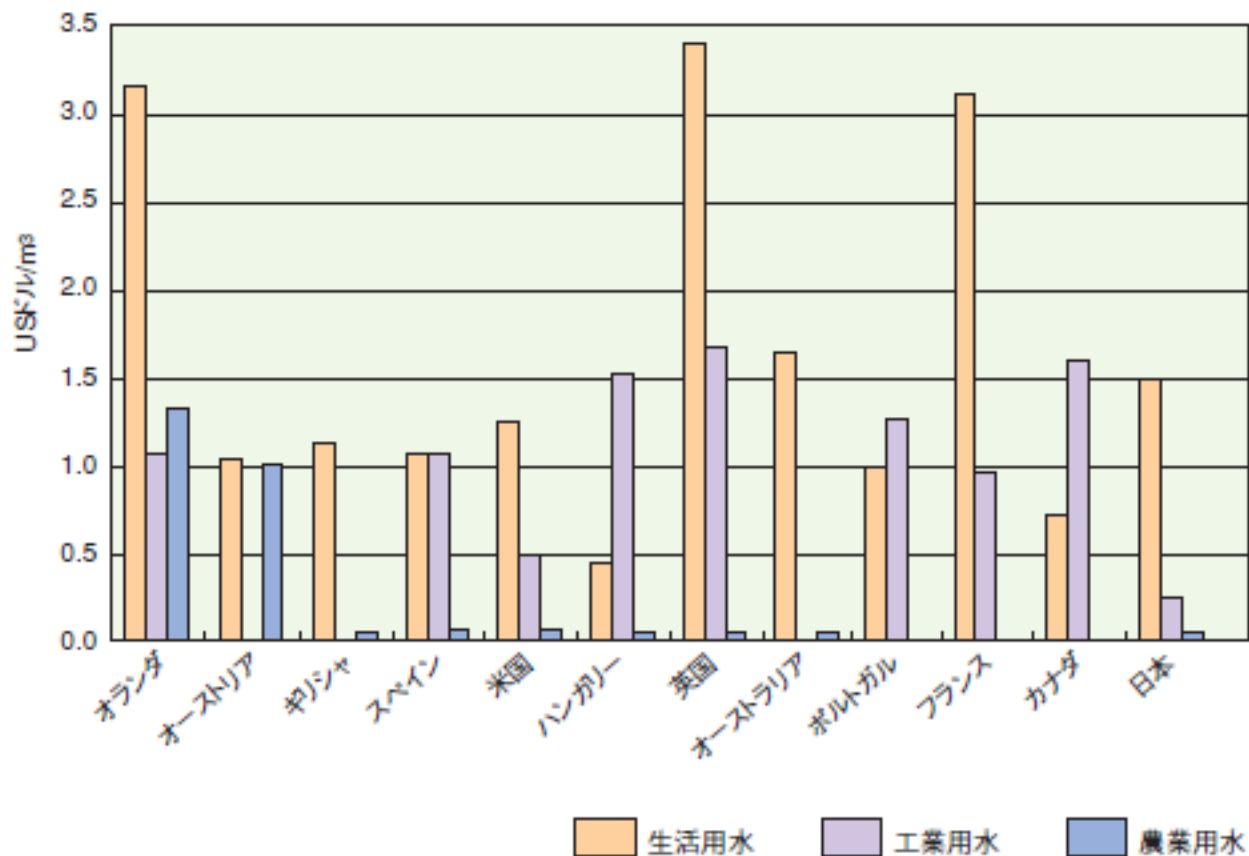
一方、価格づけのはらむ危険性についての指摘も見られる。

- 水が経済財となれば、開発途上国では、資金力のある工業セクターが水を使いたいだけ使い、農業用水の使用可能量が減るため、食料の安全保障に支障が生じるだろう。（国際かんがい排水委員会）
- 水に価格付けをして全てのコストを課金によって回収することは、世界的な食料の価格を変化させ、途上国の貧困層に深刻な影響を及ぼし、大国の食料安全保障にも影響を与えることになりかねない。（同上）

- 資料：1) 水と環境に関する国際会議、1992年
2) 世界水ビジョン、2000年（世界水会議）
3) 21世紀における“水のセキュリティ”に関するハーグ閣僚級会議、2000年
4) ICID Strategy for Implementing the Sector Vision of Water for Food and Rural Development（国際かんがい排水委員会）

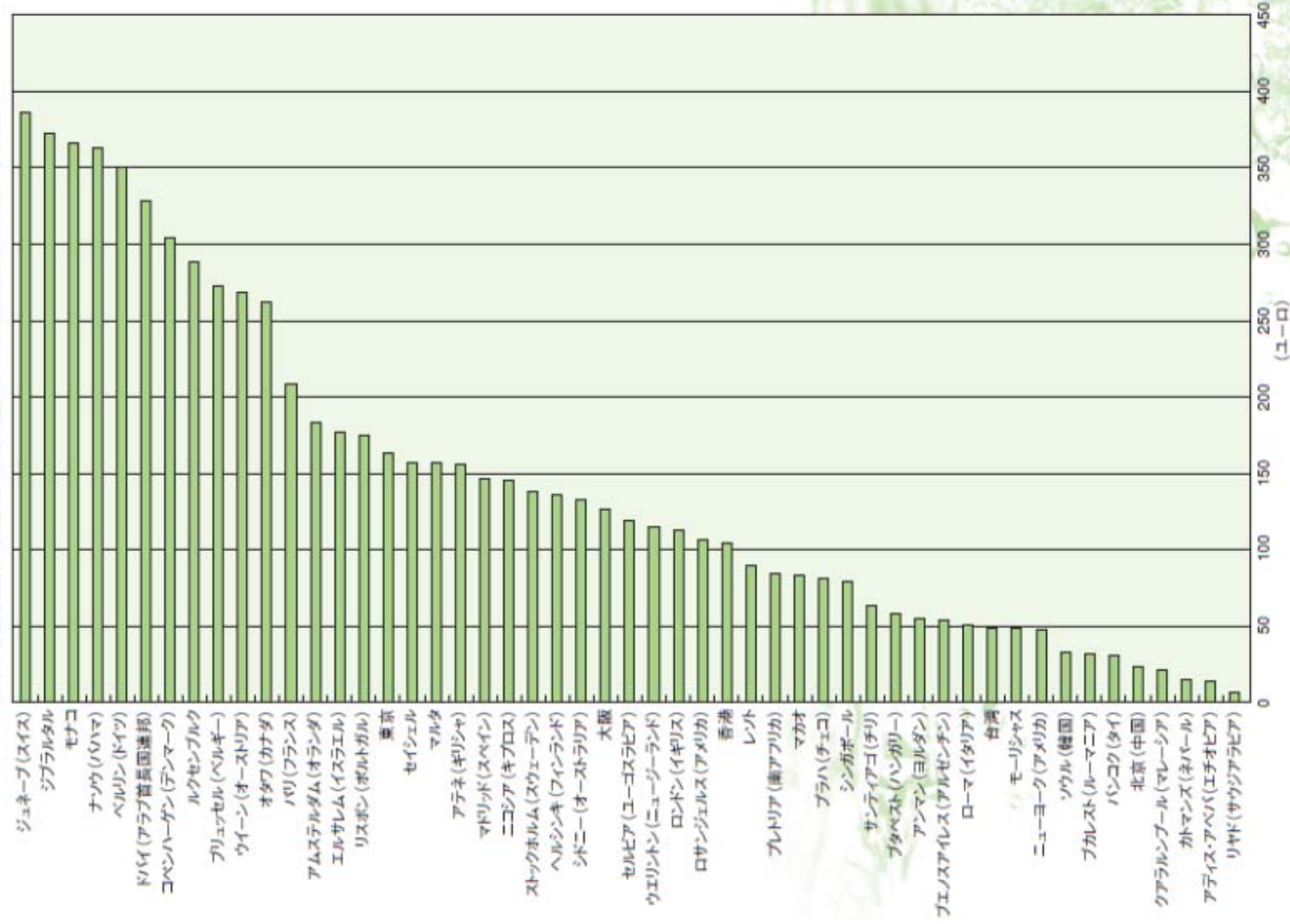
地域特性・政策目的・手段の違いを考慮した水価格議論の必要性

OECD加盟諸国における各種用水の単価（1990年）



資料：COM/AGRIC/ENV/EPOC (99) 127 (経済開発協力機構)

世界の水道事情／主要都市の水道料金国際比較（使用量200m³/年、家専用）



資料：水道年報2002年版

持続可能なかんがいの必要性

持続的な水使用と健全な水循環の形成を実現するためのキーワードは、かんがいの多様性

持続的な水使用と健全な水循環の 形成に向けた農業用水のあり方



水に係わるあらゆる人々の主体的な 取組への期待

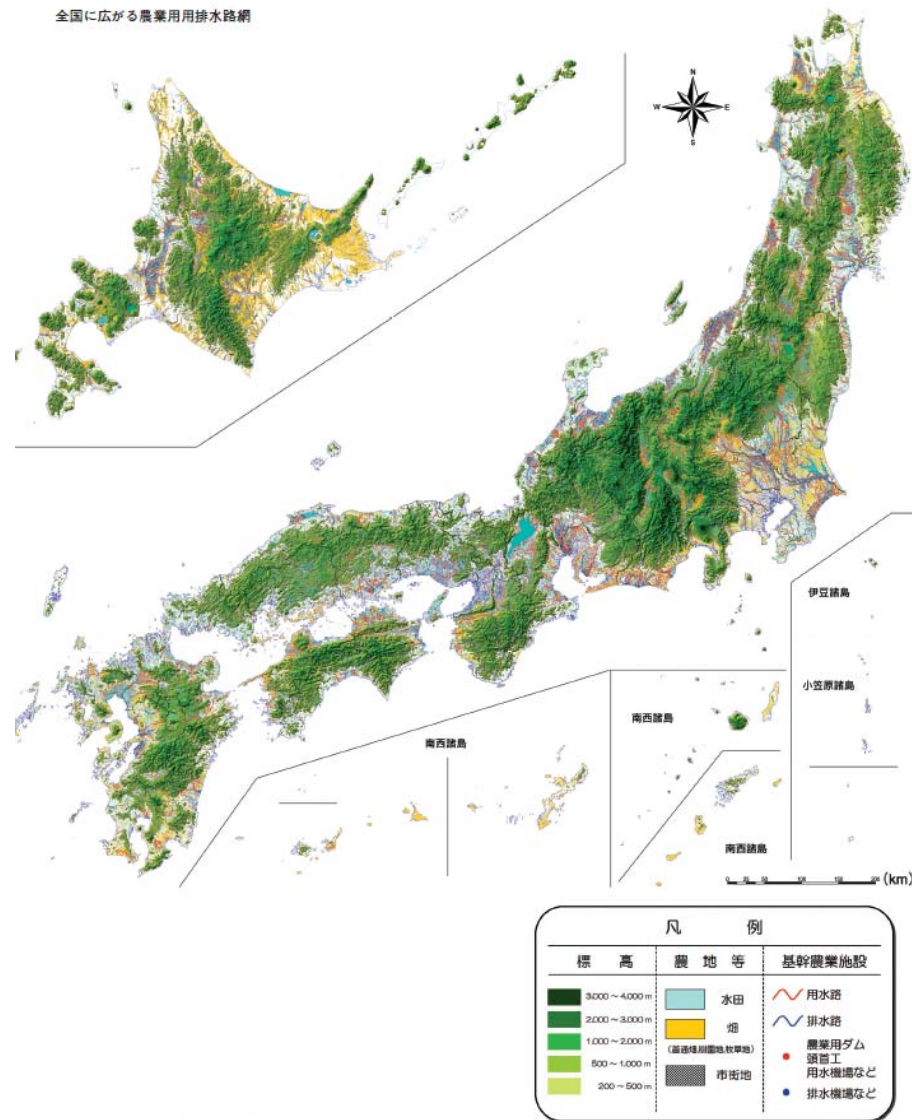


持続的な水使用と健全な水循環の形成に向け、中心的な役割を果たす農業者相互の連携が重要

日本のかんがいの 特徴と最近の課題

1. 日本の水資源とかんがいの特徴

かんがい施設は 緑豊かな日本の 国土の血管網



資料：国土土地利用基盤整備基本調査（平成5年9月）
 基幹水利施設整備状況調査（平成7年9月）
 この地図の作成に当たっては、国土地理院長の承認を得て、同院発行の2万5千分の1の地形図を使用したものである。（承認番号 平12総保、第292号）

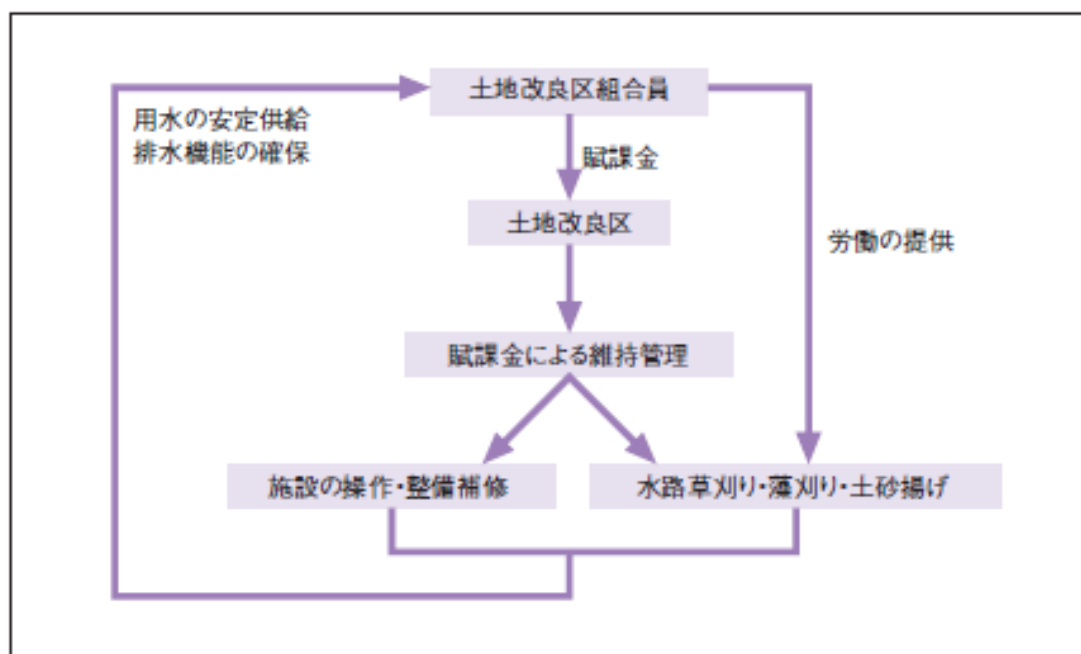
土地改良区が担う「国土の血管網」の管理：持続性の高い管理の仕組み

国営事業で造成したかんがい施設の管理主体

	基幹的施設		農業用排水路	
	施設数	比率	延長 (km)	比率
国	20	1.3%	94	0.5%
都道府県	247	15.6%	576	2.9%
市町村	265	16.7%	6,939	35.1%
土地改良区	1,042	65.8%	12,133	61.3%
その他	10	0.6%	52	0.2%
合計	1,584	100.0%	19,794	100.0%

資料：農村振興局水利整備課施設管理室、2002年

土地改良区によるかんがい施設の管理の一般的な仕組み



異常渇水時に節水に努める土地改良区と農家

渇水時における主要水系の取水制限の状況（2001年）

水系名	最大節水率			最長節水期間
	生活用水	工業用水	農業用水	
利根川水系	10%	10%	10%	5日間
豊川水系	27%	43%	43%	120日間
木曾川水系	35%	17%	65%	179日間
矢作川水系	40%	50%	76%	108日間
吉野川水系	20%	20%	20%	86日間

(農林水産省調べ)

節水に伴う土地改良区の経済的負担（2001年）

	平 年①	2001年②	増減率②/①	主な増加経費(千円)
A土地改良区	4,260千円	5,400千円	127%	応急ポンプ費(1,010)、広報費(40)、人件費(90)
B土地改良区	5,320千円	9,720千円	183%	応急ポンプ費(3,900)、広報費(20)、人件費(430)、他

(農林水産省調べ)

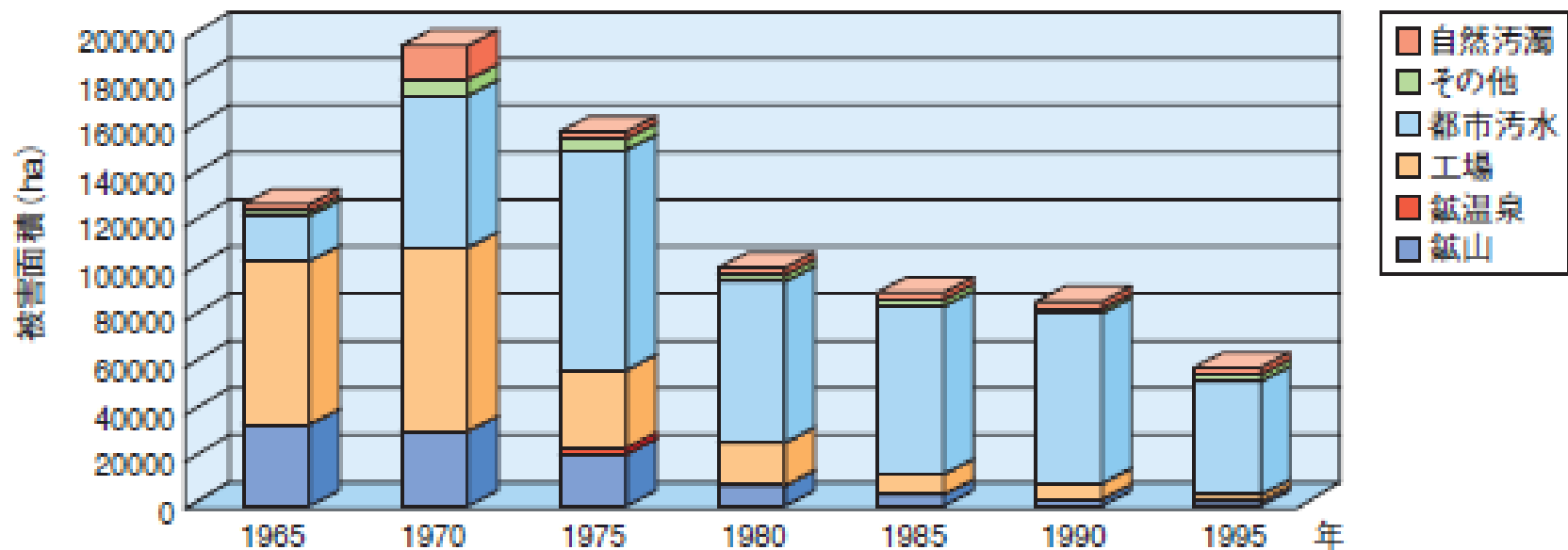
渇水時における農業用水の節水方法（例）



2. 日本のかんがいを巡る最近の 課題とその解決に向けて

生活排水等による農業用水の水質悪化

農業用水の汚濁と対応／農業用水の汚濁源別の被害面積推移



水質改善のための施策

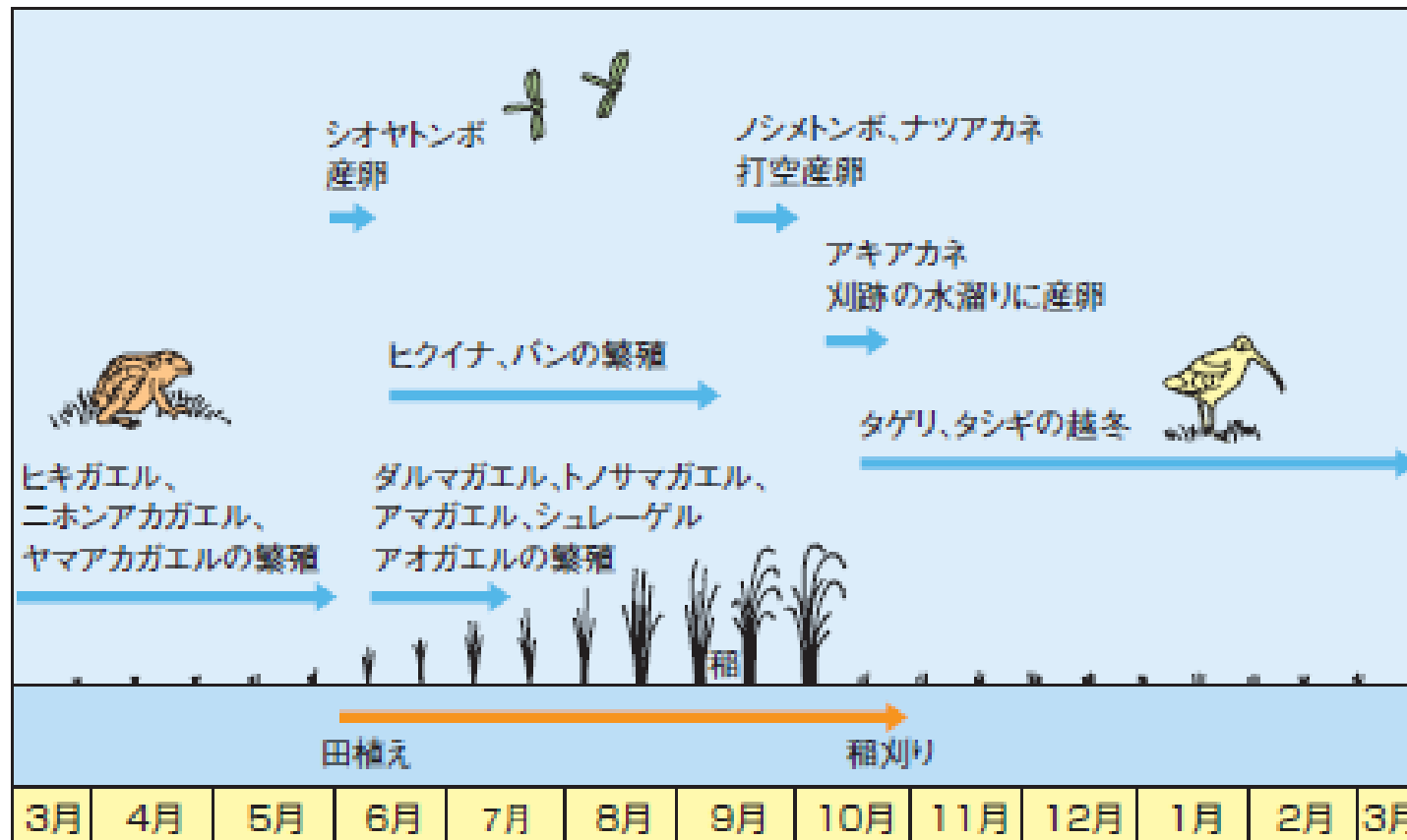
公害対策基本法(1967) 水質汚濁防止法(1970)
 総量規制(1978) 湖沼法制定(1984)
 水濁法改正生活排水対策(1990)

農業用水の水質汚濁に係る農業側の対策

- ◇良好な水源への転換
- ◇汚濁水の浄化処理
- ◇用水への汚濁水流入防止 隔壁型水路、パイプライン化など

環境との調和の重要性

水田における生物の季節的棲み分けの例（人の働きかけとの共生）



資料：農村環境整備の科学（社）農村環境整備センター編

かんがい施設の適切な管理

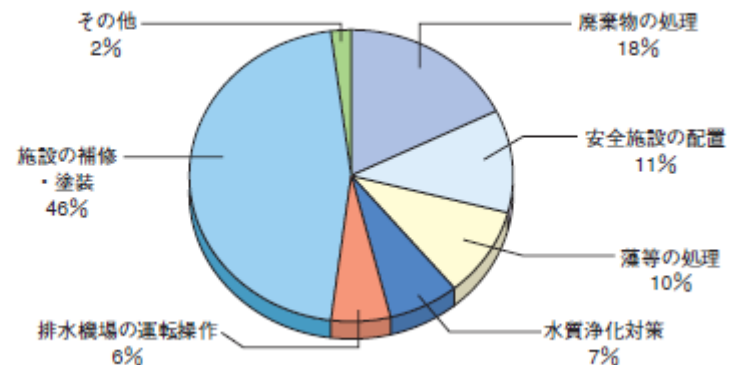
農業水利施設の管理費

(単位：億円)

負担区分	管理主体		賦役	合計
	国・地方公共団体	土地改良区		
国・地方公共団体	450	225	—	675 (30%)
土地改良区	17	805	740	1,562 (70%)
計	467	1,030	740	2,237 (100%)

資料：農村振興局水利整備課施設管理室、2001年

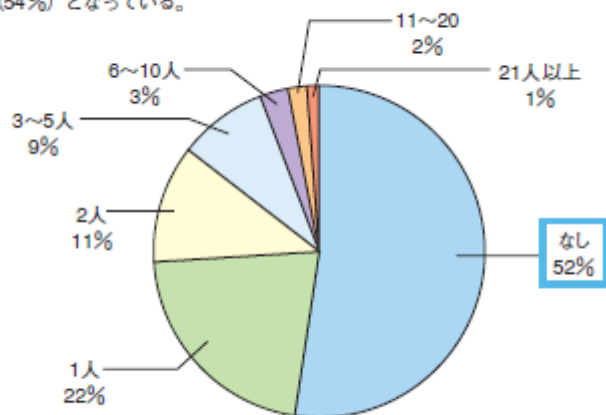
維持管理費の増加の要因



資料：平成9年度土地改良区実態調査（全国土地改良事業団体連合会）

土地改良区の専従職員数

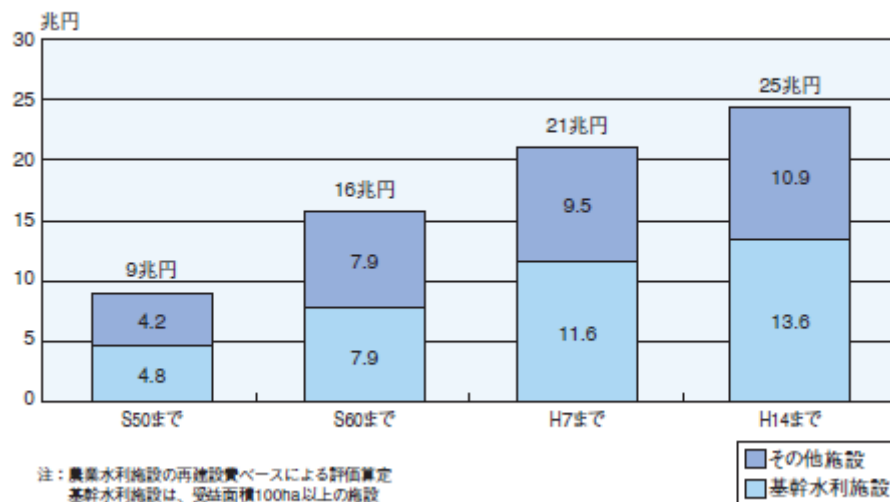
土地改良区は小規模なものも多く（100ha未満の土地改良区が47%）、専従職員がいない土地改良区は半数以上（54%）となっている。



資料：農村振興局土地改良企画課、2002年

老朽化が進むかんがい施設

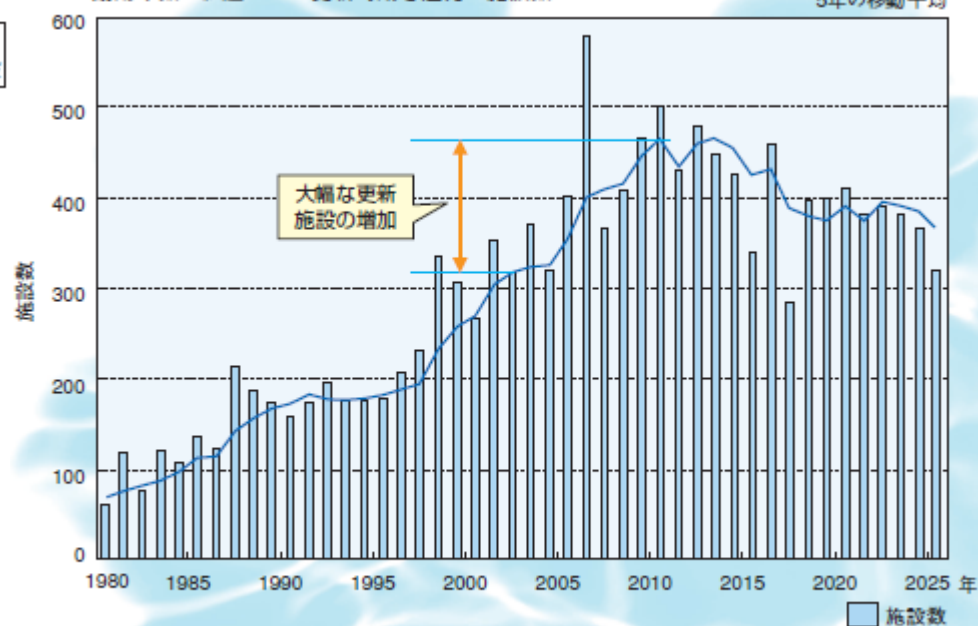
農業水利施設のストック



注：農業水利施設の再建設費ベースによる評価算定
 基幹水利施設は、受益面積100ha以上の施設
 値はそれぞれの年の3月末までの推計値

水の知

耐用年数の経過により更新時期を迎える施設数



資料：構造改善局地域計画課、1995年

農業用水に対する関心から始まる課題解決への道程

日本における健全な水循環の形成に 向けた農業用水のあり方

農業用水の管理において中心的な役割を果たす土地改良区への期待

土地改良区と地域のあらゆる人々が
取り組む健全な水循環の形成

