資料－４

世界の水資源とわが国の農業用水について

平成１４年１２月１１日

目　次

１．地域別に見た農業用水
（１）農業用水の地域性 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・p.１

（２）自然環境と農作物
①降水量 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・p.３
②水収支 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・p.４
③農作物
ａ．地域性 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・p.５
ｂ．米 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・p.６
ｃ．小麦 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・p.８

（３）かんがいの目的 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・p.９

（４）乾燥地域におけるかんがい
①伝統的なかんがい ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・p.11
②近代的かんがいシステムと顕在化した問題
ａ．大規模導水システム（遠隔地の降水の利用）・・・・・・・・・・・・・・・・・p.13
ｂ．地下水のポンプ揚水 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・p.16
③問題解決への手がかり
ａ．下水の再利用 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・p.18
ｂ．マイクロかんがいによる節水 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・p.19

（５）湿潤地域におけるかんがい
①水田農業の特性
ａ．水田稲作の長所 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・p.20
ｂ．水田農業と水循環 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・p.21
ｃ．生物多様性を育む水田農業 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・p.24
ｄ．共同体による管理 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・p.25
②水田農業の現状と問題点 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・p.27
③問題解決への手がかり（参加型水管理への期待） ・・・・・・・・・・・・・・・・・p.29

２．わが国の水資源と農業用水

（１）水資源　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・p.30

（２）農業用水
①歴史　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・p.31
②施設の現状　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・p.32
③管理の状況　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・p.33
④渇水時の水配分調整　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・p.34

（３）農業用水に関する課題
①環境との調和　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・p.35
②維持管理と地域の連携　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・p.36
③かんがい施設の老朽化　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・p.38
④農業の有する多面的機能に対する認識　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・p.39

１．地域別に見た農業用水
（１）農業用水の地域性

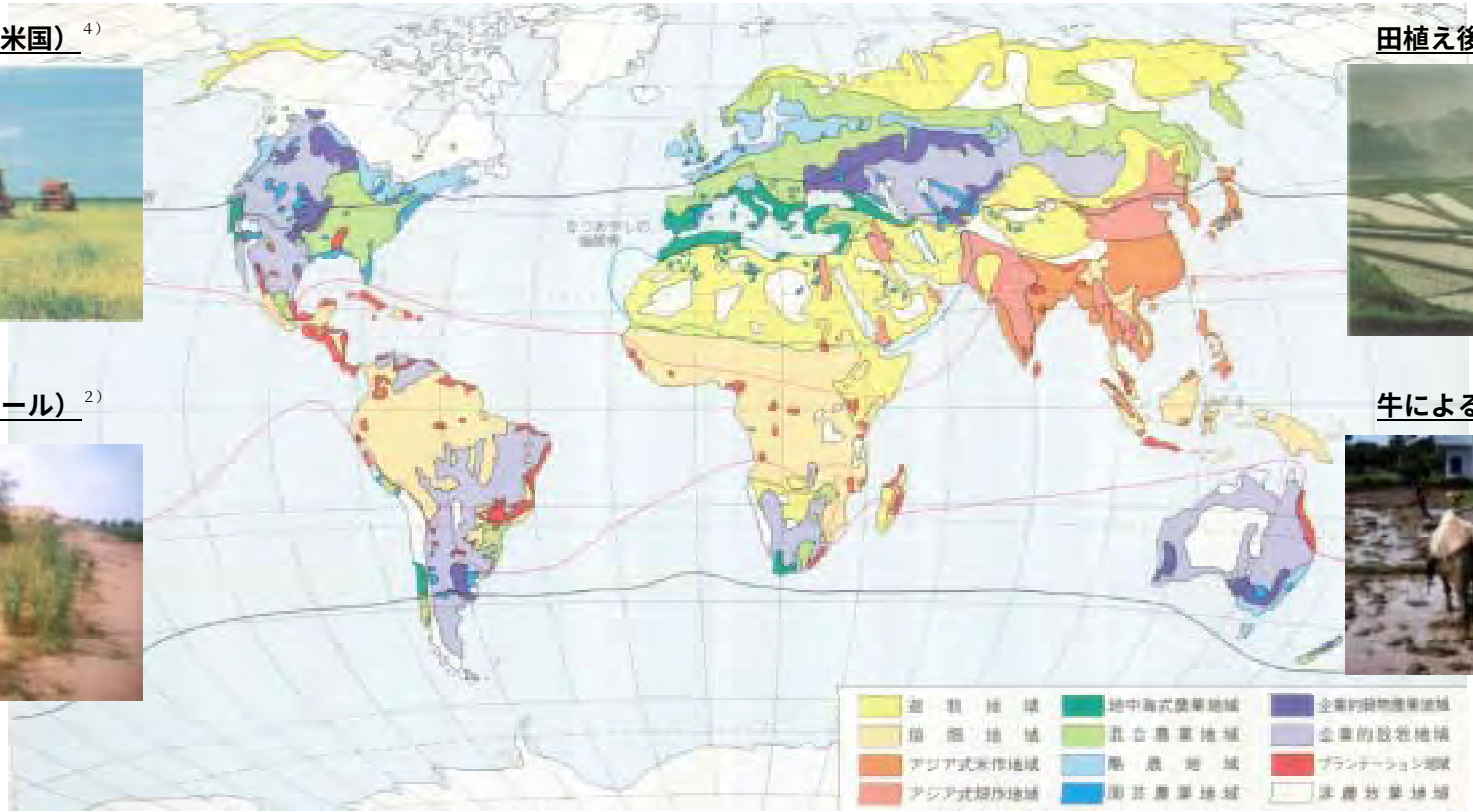
○農業は、土壌、日照、気温、降雨等の自然条件の中で、有用な植物の栽培耕作を行うものであることから、自然環境と密接不可分な産業である。
○したがって、農業に供される農業用水も、降雨等の自然環境や栽培する農作物の要水量等により多様であり、工業用水や生活用水と比較して、様々な地域性を有している。

○農業の地域性[1)]

米国の地理学者ホイットルセーは、自然条件や経営様式等から、世界の農牧業地域を12の類型に区分している。

大型機械と麦畑（米国）[4)]

田植え後の棚田（日本）[3)]



キビの栽培（ニジェール）[2)]

牛による代かき（ｲﾝﾄﾞ）[2)]

資料：1)福井英一郎ほか「日本・世界の気候図」,1985年（東京堂）（原図はWhittleseyによる）　2)長野宇規氏提供　3)農村メッセージ（島根県・島根県土地改良事業団体連合会）
4)２１世紀における農業農村開発協力の展開方向（かんがい排水審議会国際部会報告）

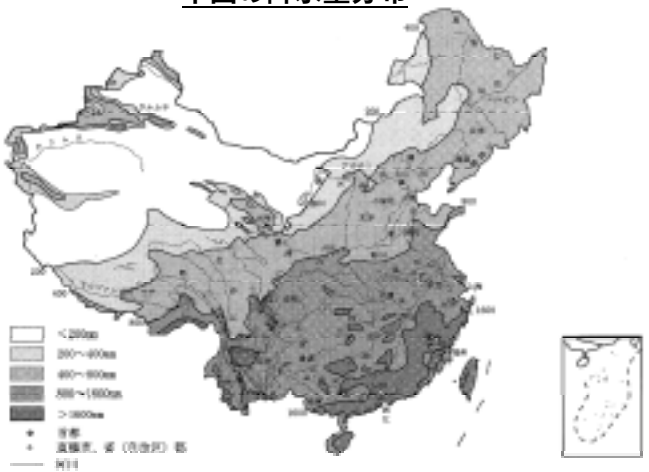
（参考）中国における農業・農業用水の地域性

○１つの国の中で見ても、気温、降雨等の自然条件により、農業及び農業用水は地域性を帯びている。

○降水量

中国の平均降水量は約650㎜であるが、南西部は1,500㎜以上の多雨地域であるのに対し、北西部は100～200㎜の乾燥地域が広がっている。

中国の降水量分布



○農業区分

自然条件等により中国全土は10の農業区分に分けられ、それぞれの区分において生産される作物は大きく異なる。

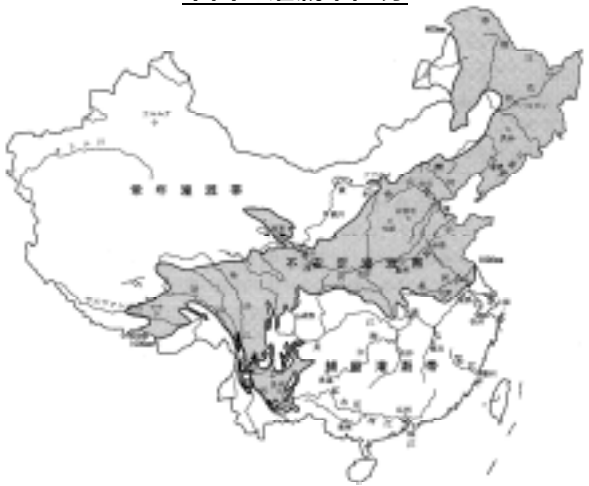
中国の農業区分と主要作物

○農業用水（かんがい）の特徴

自然条件等により、農業の地域性が顕著であるのと同様、かんがいの特徴も地域性を有している。

これは、逆に、自然条件等により、かんがいの必要度の大小や農業用水の得やすさに地域性があることが、地域の農業様態を規定してきた側面もあると推測される。

中国の灌漑帯区分



常年灌漑帯	・主に年降水量が400㎜以下の地帯 ・年間の総降水量と降水の季節配分が農作物の正常な生育に必要な水量を満たすことができないため、常年、かんがいすることが農業発展の必要条件
不安定灌漑帯	・主に年降水量が400～1000㎜の地帯 ・降水の時間的、空間的な変化が大きいため、畑作物生産におけるかんがいに対する要求が不安定
補給灌漑帯	・主に年降水量が1000㎜以上の地帯で水稲の主産地 ・年間の降水量は豊富であるものの、時期別分布が不均等であることから、時期によっては水稲に補給的にかんがいすることが必要

資料：黒田正治編著「農業水利システムの管理」,2000年（農業土木機械化協会）

（２）自然環境と農作物

①降水量

○農業用水の地域性を規定する自然環境として、まず降雨が挙げられる。

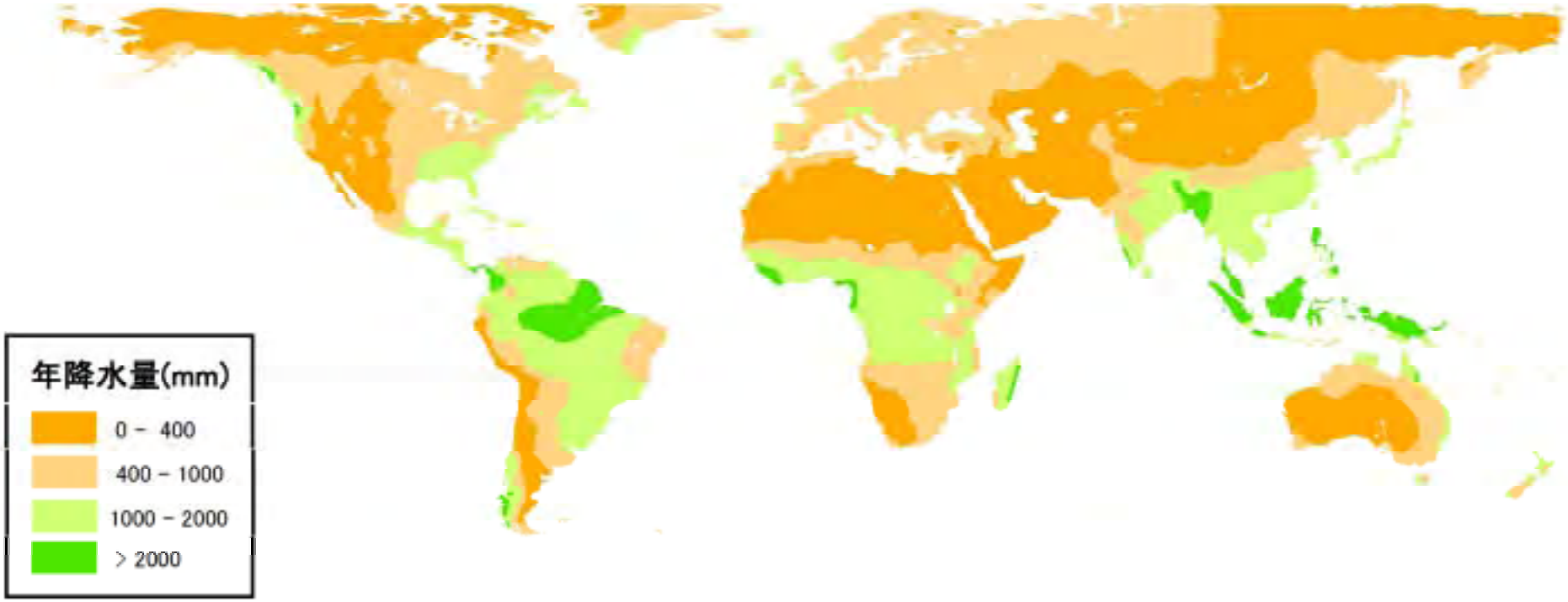
○降水量の大小は、地域における水循環量の大小に影響を与え、栽培農作物の選定や農業用水の利用を左右する。

○世界の年降水量の分布

国連水会議の資料によると、世界の平均年降水量は約1,000㎜とされる[1)2)]。

これよりも降水量の多い地域は、東及び東南アジア、アフリカ中央部、中南米に広がっている。

一方、中央アジア、中近東、アフリカ北部、ヨーロッパ、北アメリカ等は、世界平均よりも降水量が少ない。



資料：1)国連世界水会議資料､1977年
2)国土交通省土地・水資源局「平成14年版 日本の水資源」2002年
3)GISデータ：Climate Data sets,GNV174-Annual precipitation（国連環境計画のホームページ）

②水収支

○しかしながら、降水量が多い地域であっても、蒸発散量も多い場合は、農作物の選定や農業用水の使い方が制限されることとなる。

○逆に降水量が比較的少ない地域であっても、蒸発散量も少ない場合は、農作物の栽培に適することがある。

○「水収支」が大幅にマイナスとなる地域においては、季節別の降水分布等にもよるが、農作物を年間を通じて安定的に栽培するためには、何らかの手段で（人為的もしくは自然的な現象に関わらず）水が供給されることが一般的に必要となる。

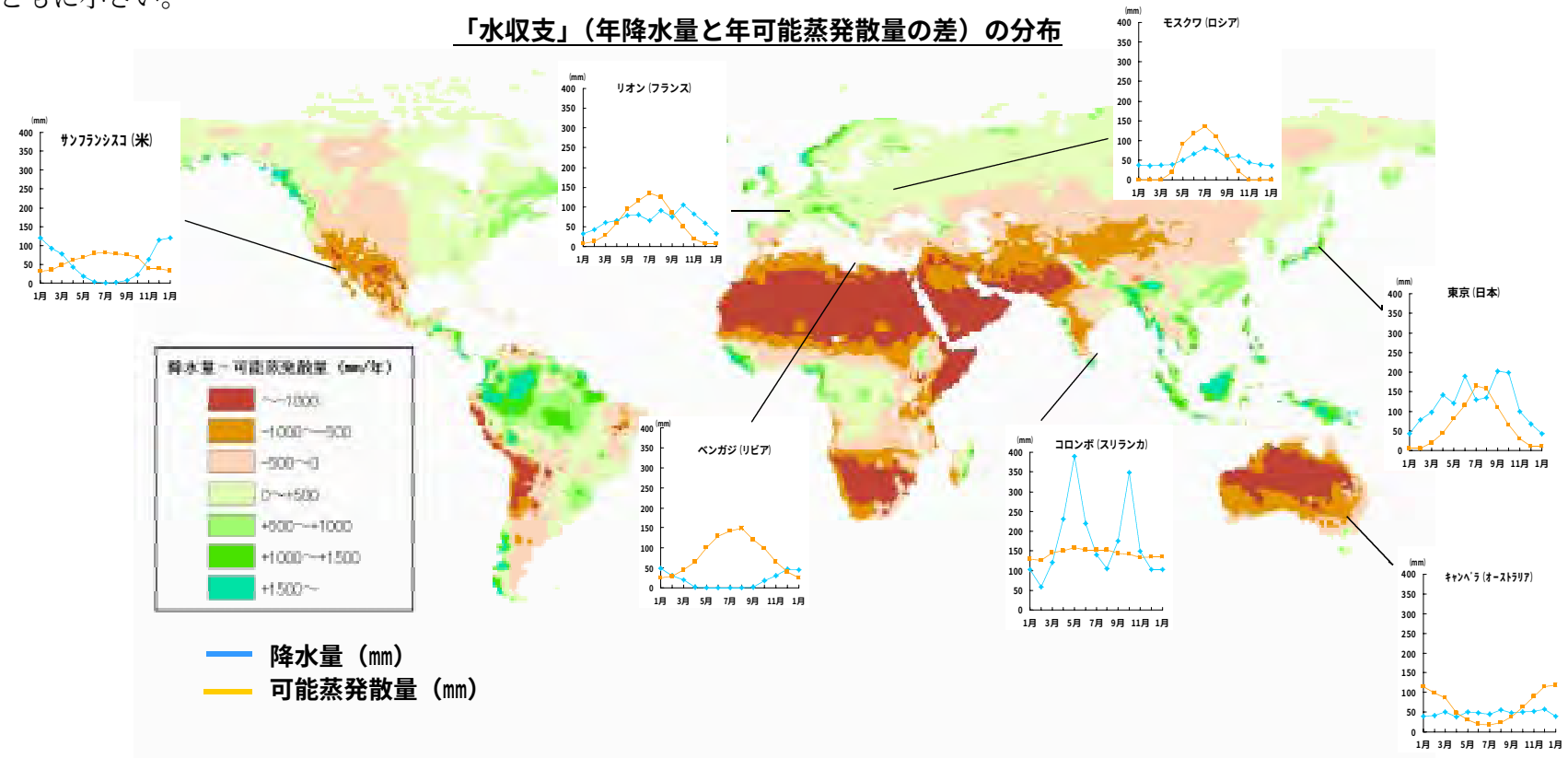
○世界の「水収支」の分布

国連環境計画の資料によると、年間の降水量から可能蒸発散量（蒸発散位）を差し引いた「水収支」の分布は下図[注]に示すとおりである。

中央アジア、中近東、アフリカ北部、北アメリカ中央・南西部、オーストラリア等では、「水収支」がマイナスとなる範囲が多い。

「水収支」がプラスとなる地域の中でも、東及び東南アジアでは、降水量、可能蒸発散量の絶対値がともに大きいのに対し、ヨーロッパ等ではそれらがともに小さい。

「水収支」（年降水量と年可能蒸発散量の差）の分布



注）ここでは年間の降水量と可能蒸発散量が比較してあるため、降水パターンや水の使用状況により、地域毎の実際の水収支は変わってくる。

資料：1)GISデータ： Climate Data Sets,GNV183 - Tateishi Monthly Potential and Actual Evapotranspiration and Water Balance（国連環境計画のホームページ）

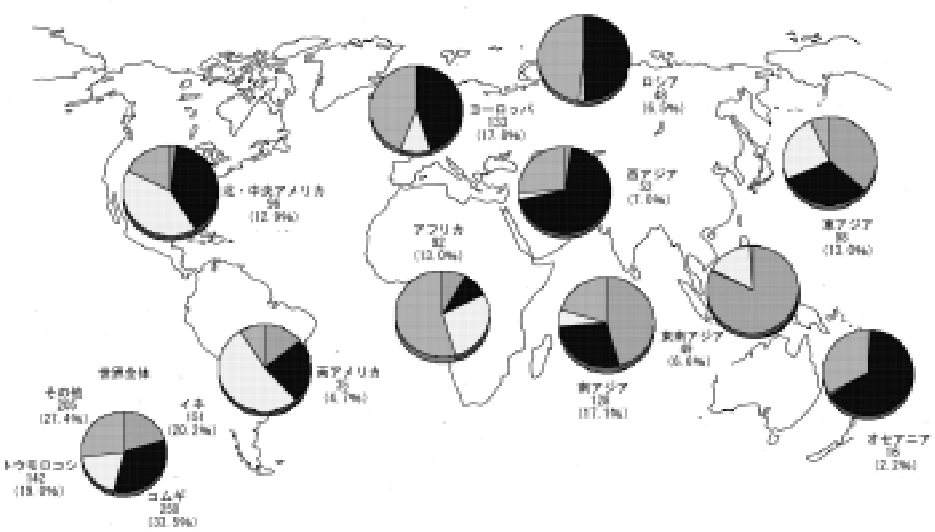
2)各都市のグラフ： 福井英一郎ほか「日本・世界の気候図」,1985年（東京堂出版）（原図はMather,J.R.による）

③農作物

ａ．地域性

○農作物は、各々に適した自然条件の下で栽培されており、例えば、三大穀物であるイネ、小麦、とうもろこしに限って見ても、その栽培地には地域性がある。

○ 主な穀類の栽培（収穫）面積の分布[1)]



単位：百万ha

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

○三大穀物の比較

イネは、生産するのに要する水量が最も多い一方で、浸水への耐性が最も強い。

米は食用とされる割合が高い一方で、国際貿易に供される割合が低く、三大穀物の中では最も自給自足的な穀物であると言える。

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
水稲（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)] ②（百万ton）	②/①（%）	①のうち輸出量[1)] ③（百万ton）	③/①（%）
水稲（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）・水稲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幅がある。

b．米

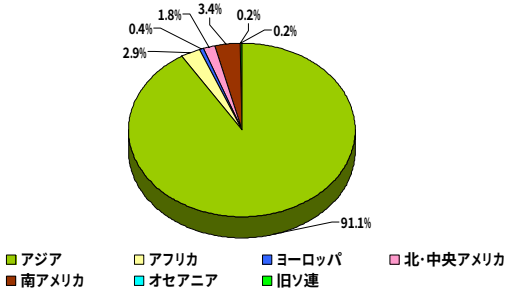
○世界の米の生産量の９割以上は、東アジアや東南アジアを中心としたアジア地域の国々で生産されている。

○生育のための要水量が多く、かつ、水に浸っても被害が少ないというイネの持つ植物生理上の特徴を反映し、主な米生産国はいずれも降水量が多い地域に属している。

○また、これらの国々におけるイネの作付割合は穀物作付面積の75%を超えることが多く、単作に近い状況となっており、米生産の地域性は極めて高いと言える。

○世界の米の生産量

米の生産量の地域別割合（2000年）[1)]



米の生産量の上位10ヶ国（2000年）[1)]

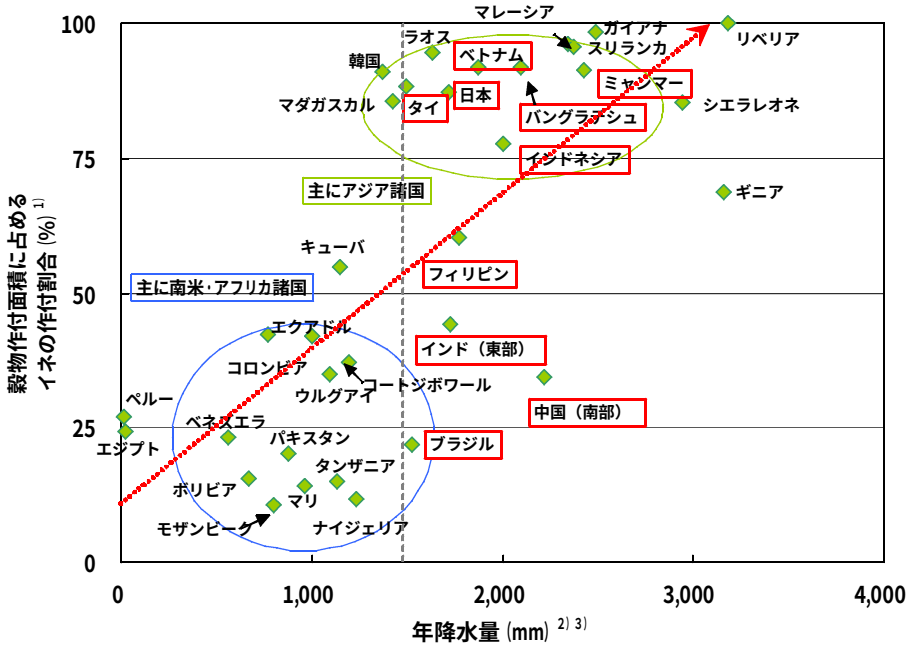
順位	国　名	世界の生産量に占める割合	生産量（籾ベース）	作付面積
		（%）	（百万トン）	（百万ha）
1	中　国	32	190	30
2	インド	22	129	45
3	インドネシア	9	52	12
4	バングラデシュ	6	38	11
5	ベトナム	5	33	8
6	タ　イ	4	26	10
7	ミャンマー	4	21	6
8	フィリピン	2	12	4
9	日　本	2	12	2
10	ブラジル	2	11	4
	小　計	87	524	132
	その他	13	76	22
	合　計	100	600	154

○米生産と降水量

世界の米生産量の約９割を占める米生産上位10カ国は、全て年降水量が1,500㎜以上の地域に属する。

また、年降水量1,500㎜以上の地域においては、イネの作付割合が75%以上となっている地域が多い。

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[1)2)3)]



注1)年降水量は、中国及びインドについては、主にイネを作付けし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[3)]。その他の国については首都の値もしくは首都近傍の都市の値[2)]。

注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。

注3)米の生産量上位10ヶ国については、国名を枠で囲んでいる。

（参考）イネの作付と水文環境の関係についての見解の例

イネの栽培が盛んである地域における、イネの栽培と水文・地文条件との関係を考察した以下のような見解[4]も示されている。

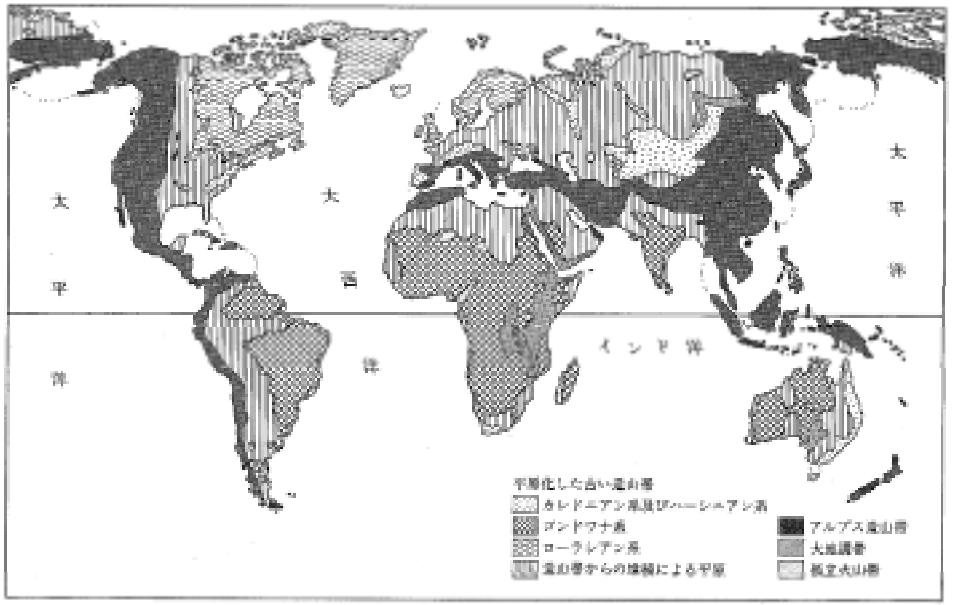
非常に単純化すると、世界の農耕地は山の斜面か平らな平原か、あるいは地球のワレメとでもいうべき地溝帯に分布している。〔中略〕

この地球のワレメはアフリカ大陸の大地溝帯とアルプス造山帯に沿って発達し、そこには後背地域の集水域から莫大な量の水が流れ込み、その瀬海部のデルタには堆積物が集中する。たしかに古い稲作地域は、イタリア、コーカサス、イラン、パキスタン、北インド、インドシナ半島、揚子江流域、東南アジア島嶼域、台湾、日本と続く造山地帯の谷底と谷の斜面に展開している。

水とドロが集中するところには、稲のような浸水に強い作物しか育てられない。こういうところでは、〔中略〕種々の水制御の工夫が見られるとともに、与えられた水文環境への適応的な稲作栽培技術の発達が見られるのである。

誤解を恐れずに単純化すれば、上の地帯以外は、地質学的に古く、安定した地塊から成り立っており、のっぺりした地貌を持ち、「平原」と呼ぶにふさわしいところである。土壌は一般に残積土か風積土であり、谷間に水を供給する広い山地流域もなければ、水が集中する谷もない。ここでは、その場に降った雨をいかに有効に使うかが問題であり、耕耘・耕種技術によって、比較的容易に耕境を拡大することができる環境にあるともいえる。ここは、地表水を「横方向に運搬する」潅漑は、基本的に成り立たないところである。乾燥気候下ではそこは砂漠となる。

世界の地形区分[5]



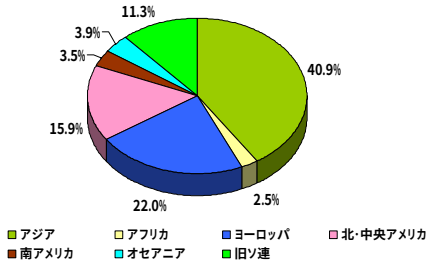
資料：1) Statistical Databases（国連食糧農業機関）
2) 気象庁「世界気候表」,1994年
3) 国土交通省土地・水資源局水資源部「平成14年版 日本の水資源」
4) 緑資源公団「世界の農地水管理」,2000年（引用部は海田能宏氏の執筆による）
5) 渡部忠世ら「アジア稲作文化の生態基盤」,1987年（小学館）（原図はArthur N. Strahler,1969年による）

c．小麦

○世界の小麦生産量の3/4は、上位10ヶ国で生産されているが、それらの国々は各大陸に分散している。
○しかしながら、小麦の主な生産国のほぼ全てが年降水量が比較的少ない（1,000㎜以下）地域であり、生育のための要水量が比較的少なく、浸水に弱いという小麦の持つ植物生理上の特徴を反映している。

○世界の小麦の生産量

小麦の生産量の地域別割合（2000年） 1)



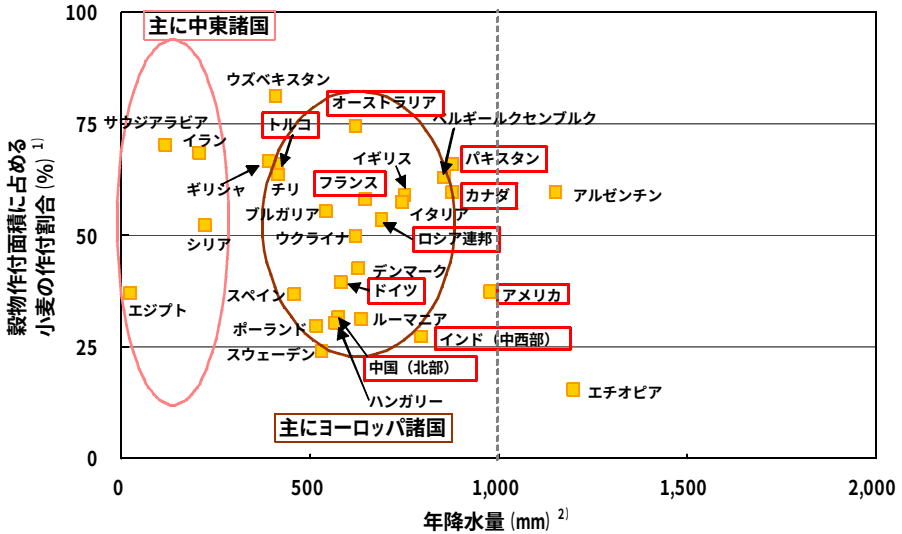
小麦の生産量の上位10ヶ国 （2000年） 1)

順位	国名	世界の生産量に占める割合	生産量	作付面積
		（%）	（百万トン）	（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

○小麦生産と降水量

小麦の場合は、イネとは異なり、作付割合が分散しており、他の作物との複合的な栽培体系となっていると考えられる。

各国の穀物作付け面積に占める小麦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、主に小麦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[2)]。その他の国については首都の値もしくは首都近傍の都市の値[2)]。
注2)小麦の作付が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。
注3)小麦の生産量上位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

（３）かんがいの目的

○かんがいの目的は、原則として、作物が生育するために必要な水量、すなわち蒸発散量と降水量との差を、農業用水として補うことにある。

○したがって、降水量の多寡により、かんがいの目的も異なる。

○つまり、多雨地域では、降雨の時間的、空間的な不均一分布を補完することが目的となるのに対し、少雨地域では、降雨の量的不足の補完や用水全量の供給が目的となることが多い。

○また、降雨依存では生産不可能である高価な農作物の生産や、湛水による雑草の繁茂の抑制を目的とすることもある。

○地域別のかんがいの主目的[1)]

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	＞1,000㎜	・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	・降雨の余水の除去
半湿潤地域	500～1,000㎜	・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～ 500㎜	・作物生産期間の降雨の量的不足の補完	・かんがい水による地中塩類の地表集積の防止
乾 燥 地 域	＜250㎜	・年間を通じて作物生産の必須条件	・塩害抑制のための必須条件

雨季における氾濫（バングラデシュ）[2)]

イスラエル北部のかんがい地区[2)]

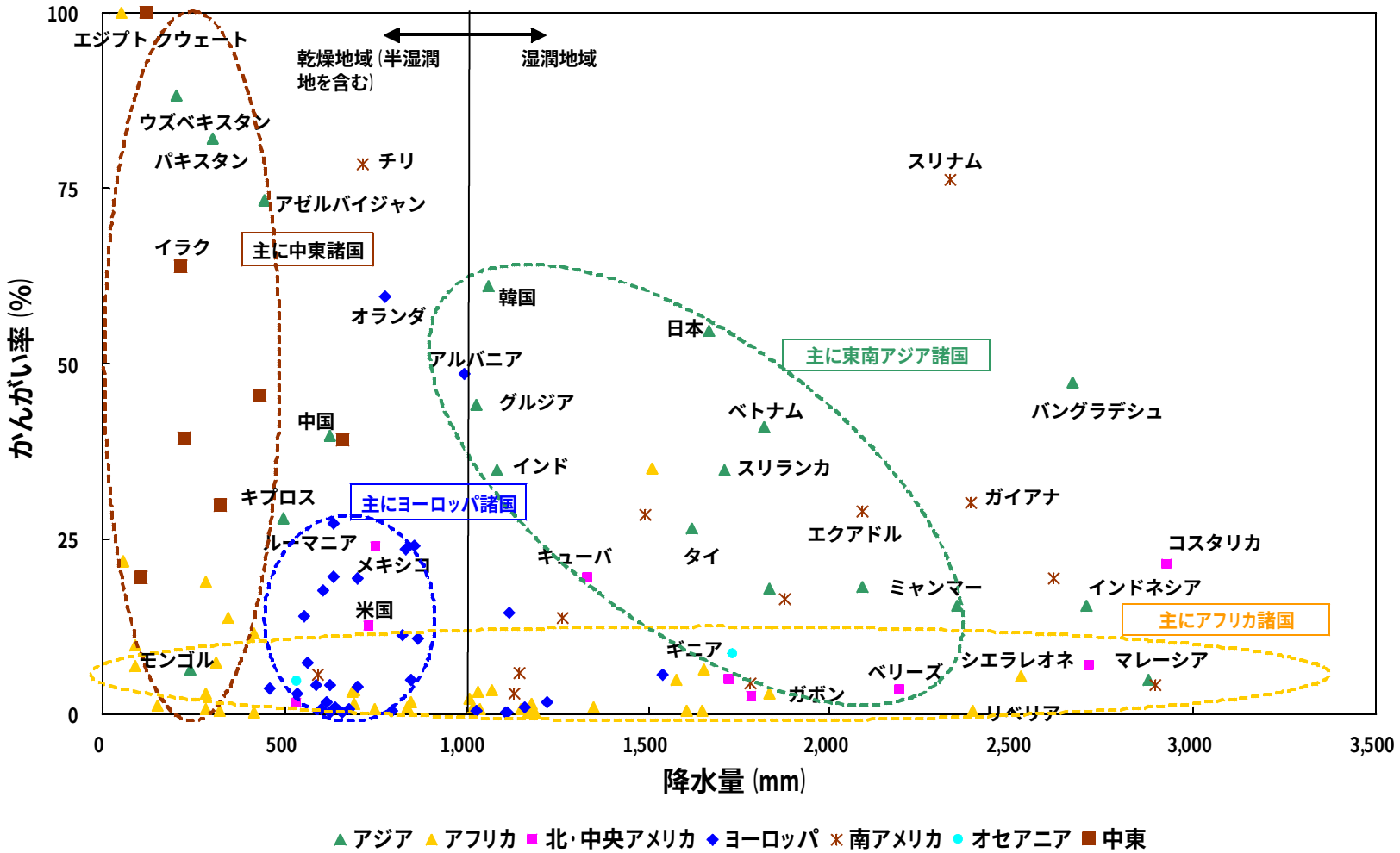
資料：1)福田仁志「世界の灌漑」,1974年（東京大学出版会）を参考に作成　2)世界の灌漑と排水企画委員会「世界の灌漑と排水」,1995年（家の光協会）

○降水量とかんがい率

・降水量の極めて少ない地域で農作物を安定的に栽培しようとすれば、かんがいは必須である[1)]ため、中東地域や中央アジア地域において、かんがい率の高い地域が見られる。

・一方、降水量の多い地域ではかんがいは補完的な意味合いも多いことから、かんがい率が高い地域が逆に見られない。

降水量とかんがい率の関係[2)]



資料：１）福田仁志「世界の灌漑」、1974年（東京大学出版会）
２）Statistical Databases（国連食料農業機関）

（４）乾燥地域におけるかんがい
①伝統的なかんがい

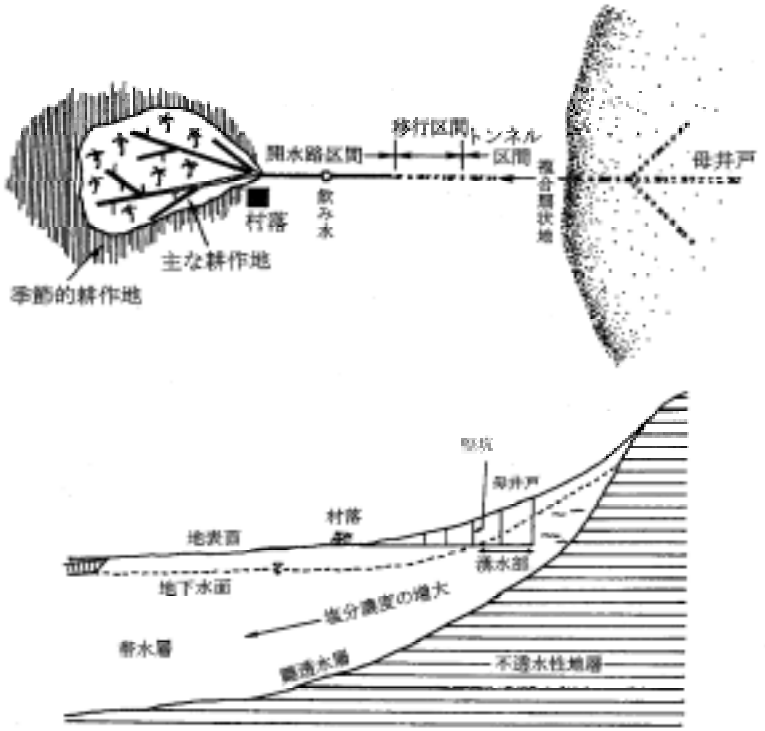
○乾燥地域においては、降水量に乏しいものの、一般的に日照に恵まれており、水資源が確保できれば、より安定的・効率的な生産や高品質の農作物の栽培が期待できるため、古くから、地下水の集水や貯留、洪水の導水、ほ場での降水の集水等のかんがいを行ってきた。
○これらの伝統的なかんがい手法は自然の循環に従った持続的なシステムであるが、素掘の地下水路や土堤は埋没や崩壊が多いため、近代的なかんがいシステムに代わる例も多い。

○カナート（地下水の集水）[1)]

紀元前から砂漠地帯に伝わる採水方法で、国により呼び方が異なる。モロッコ、アルジェリア、リビア、シリヤ、ヨルダン、イラク、イラン、パキスタン、中国新疆省、トルファンのあたりに見られる。

竪坑を設け、横にトンネルを掘って地下水を集める。トンネルの長さは数百mから数十kmまで様々である。

カナートの平面図及び断面図（アラビア半島の事例）[1)]

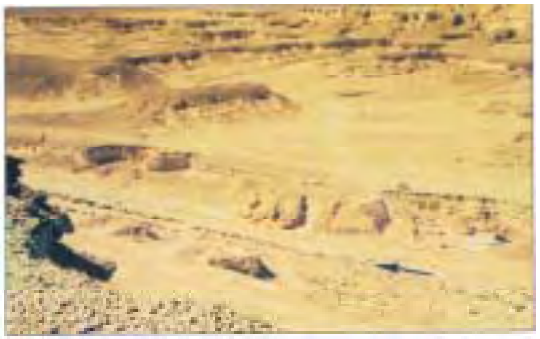


○ワジ（地下水等の貯留）[2) 3)]

ワジは、通常時、表流水が見られない涸れ川である。ワジの流路にダムを築き降雨時の地下浸透量を増加させ、地下等に貯留する。流路にはこうして貯留された地下水を対象とする深井戸が見られる例も多い。

ワジ沿いに展開されるかんがい農業[2)]

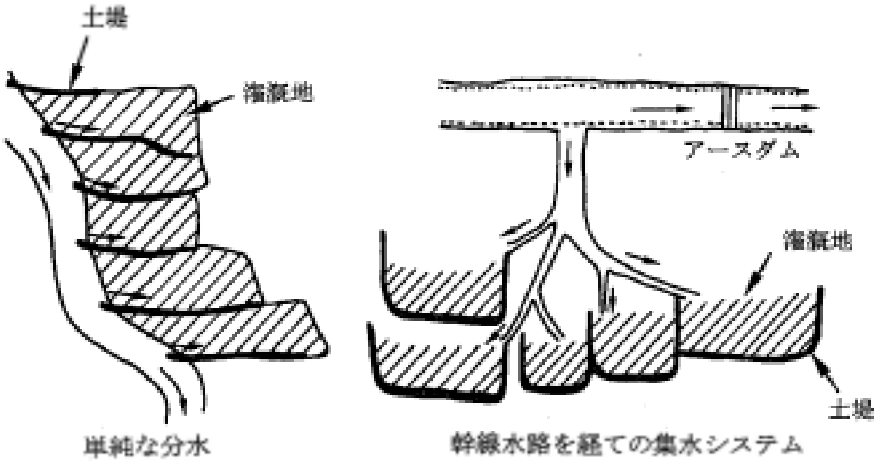
表流水がみられない状態[3)]



○洪水かんがい（洪水の利用）[1)]

普段は水がない涸川に低い堰を設け、洪水期に取水してかんがい地に導き、利用する方法。イエメン、マグレブ諸国、エジプト北西部、シナイ半島、スーダン東部、パキスタンなどで用いられている。

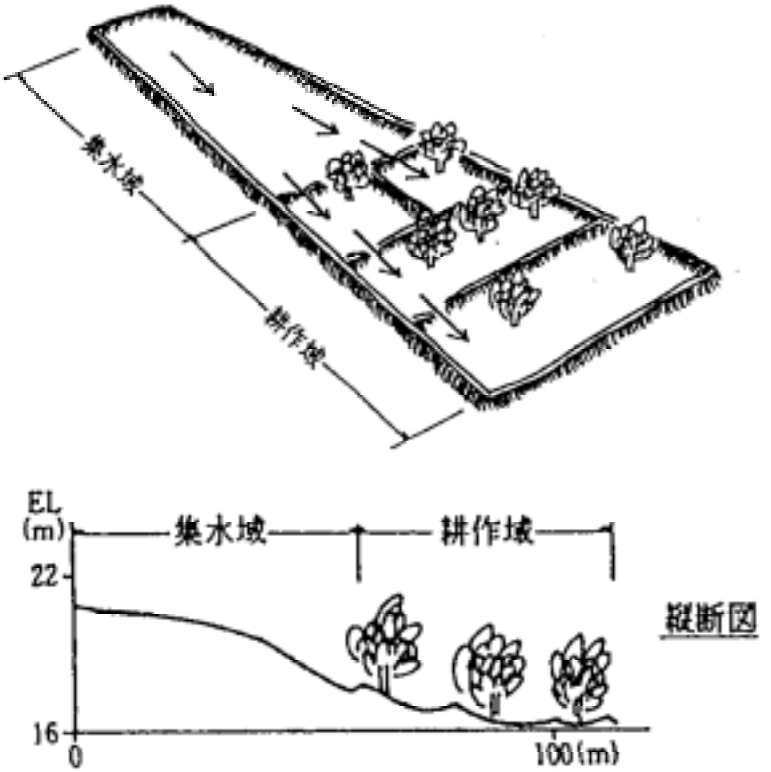
洪水を利用したかんがいの概念図（パキスタンの事例）[1)]



○ウォーターハーベスティング（ほ場での降水の集水）[4)]

耕地近くの降水を集めて作物栽培に利用する天水農業の一種。作物の栽培に必要な水を、集水面積を適切に選ぶことによってまかなう。土地面積の充分広い地域で適用できる技術である。

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）[4)]



資料：1）丸山利輔､中村良太ら「水利環境工学」(1998、朝倉書店)
2）東京農大　沙漠に緑を育てる会編「ジブティの沙漠緑化100景 もうひとつのアフリカガイド」(2000、東京農業大学出版会)
3）H.Fahlbusch,Historical Dams 2001年(国際かんがい排水委員会)
4）丸山利輔､富田正彦､三野徹､渡邊紹裕「地域環境工学」(1996、朝倉書店)

②近代的かんがいシステムと顕在化した問題

ａ．大規模導水システム（遠隔地の降水の利用）

○より一層の生産の向上や高品質の作物栽培を目的に、比較的水資源の豊富な遠隔地から農業用水を導水する大規模導水システムを構築することにより、水資源の時間的・空間的偏在を克服して、かんがいを行っている例が見られる。

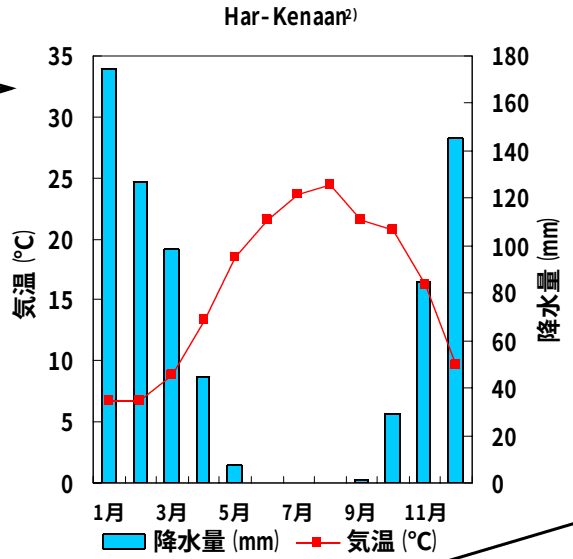
○しかしながら、地域全体の水資源の更なるひっ迫や、アラル海周辺の例など塩類集積の問題が生じている例もある。

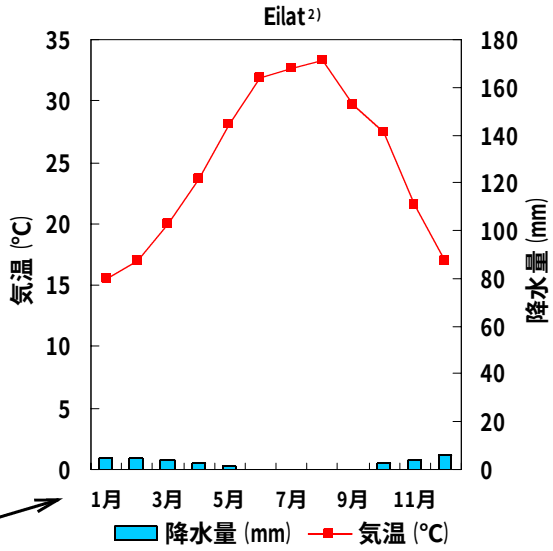
○イスラエルの国営水道

イスラエルでは北部のガリレー湖より200m揚水し、国を縦断する約200㎞の国営水道を通じて、３億m³/年以上の水をテルアビブ南部のネゲブ砂漠にまで導水することにより、水資源の時間的・空間的偏在を克服している。ゴラン高原（シリア）を占拠し続けることとなった第３次中東戦争（1967年）は、この水源地域の確保を巡った争いでもあった[1)]と言われている。

しかしながらイスラエルは、消費水量が新鮮水の供給量をすでに超えており、限界的利用の段階に近づきつつある[3)]とされている。

キネレット・ネゲブ国営水路（イスラエル）[1)]





資料：1)世界の灌漑と排水企画委員会「世界の潅漑と排水」,1995年（家の光協会）
2)イスラエル中央統計局ホームページ
3)「世界の農地水管理」，2000年（緑資源公団）

○米国カリフォルニア州の事例[1)]

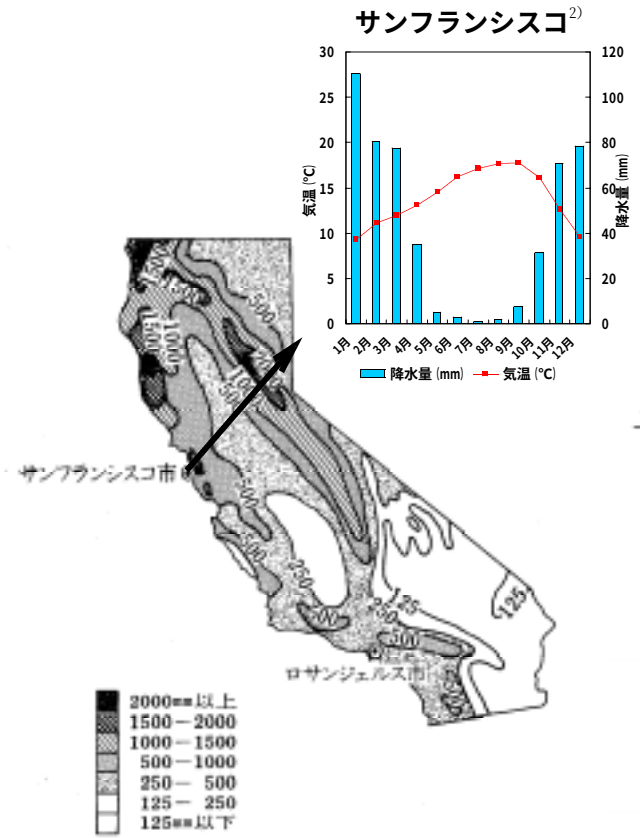
カリフォルニア州全体の平均の年間降水量は580㎜であるが、その降水は北部に大きく偏っている。北部州境周辺の山岳地帯では2000㎜以上の年間降水量があるのに対し、中部から南部にかけては年間を通じてほとんど雨が降らない地域が広がっている。

このため、北部の降水を中・南部のセントラル平野等において、かんがいや工業等に利用するため、1930年代以降、カリフォルニア水路（全長710㎞、通水量370㎥/s）等の大規模な水利開発が行われた。

大規模な水利施設の整備により、水資源の時間的、空間的偏在を克服したことで、カリフォルニア州の耕地面積は311万ha、かんがい率は90%（1987年）となり、温暖な気候を最大限に活用し、カリフォルニア州の農産物生産額は米国で第１位を占めることとなった。

しかし、農地～河川～海洋に至る排水系統がないため、かんがい水中に低濃度で含まれる塩類が、徐々にかんがい耕地に累積され、1993年時点で、既に90万haのかんがい耕地が塩類の影響を受けている。

カリフォルニア州の平均降水量[1)]



カリフォルニア州の主要水利施設[1)]

塩類集積により生産が低下した農地[1)]

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）「世界気候表（1961～1990）」,1994年（気象庁）

○オーストラリアの水田地帯

オーストラリアでは、年間降水量が約400㎜に過ぎない乾燥地域において､遠方の貯水池からの送水によるかんがいシステムが構築され、12万haの水田地帯を含む一大かんがい地帯が形成された。

典型的な稲作農家は、イネを70ha程度栽培しており、優れた栽培技術と恵まれた日照の下、単収（籾）８ton/haの高収量が得られている。

オーストラリアの水田地帯と年降水量

水田地帯の概要

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

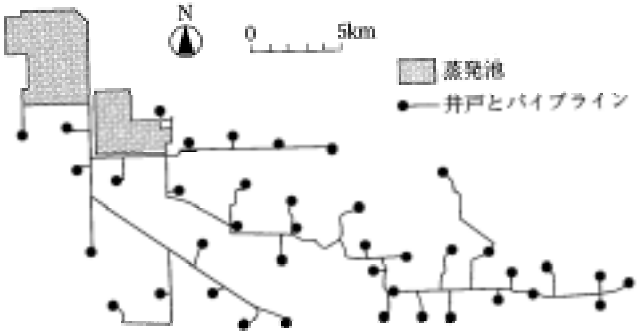
○蒸発池による地下水処理

しかしながら、水田に大量のかんがい水が供給された結果、地下浸透により広大な地域の地下水が上昇し、周辺の畑地や樹園地において湿害や塩害（土壌表面への塩類集積）が生じた。

このため、地下水をポンプや暗渠により排水しているが、その地下水は塩類を多量に含み、河川下流に放流できないため、大きな蒸発池に送水した上で蒸発させており、巨大な塩田となっている。

蒸発池は農地を買収して作られ、その面積は2,100haにもなる。

地下水汲み上げのネットワーク



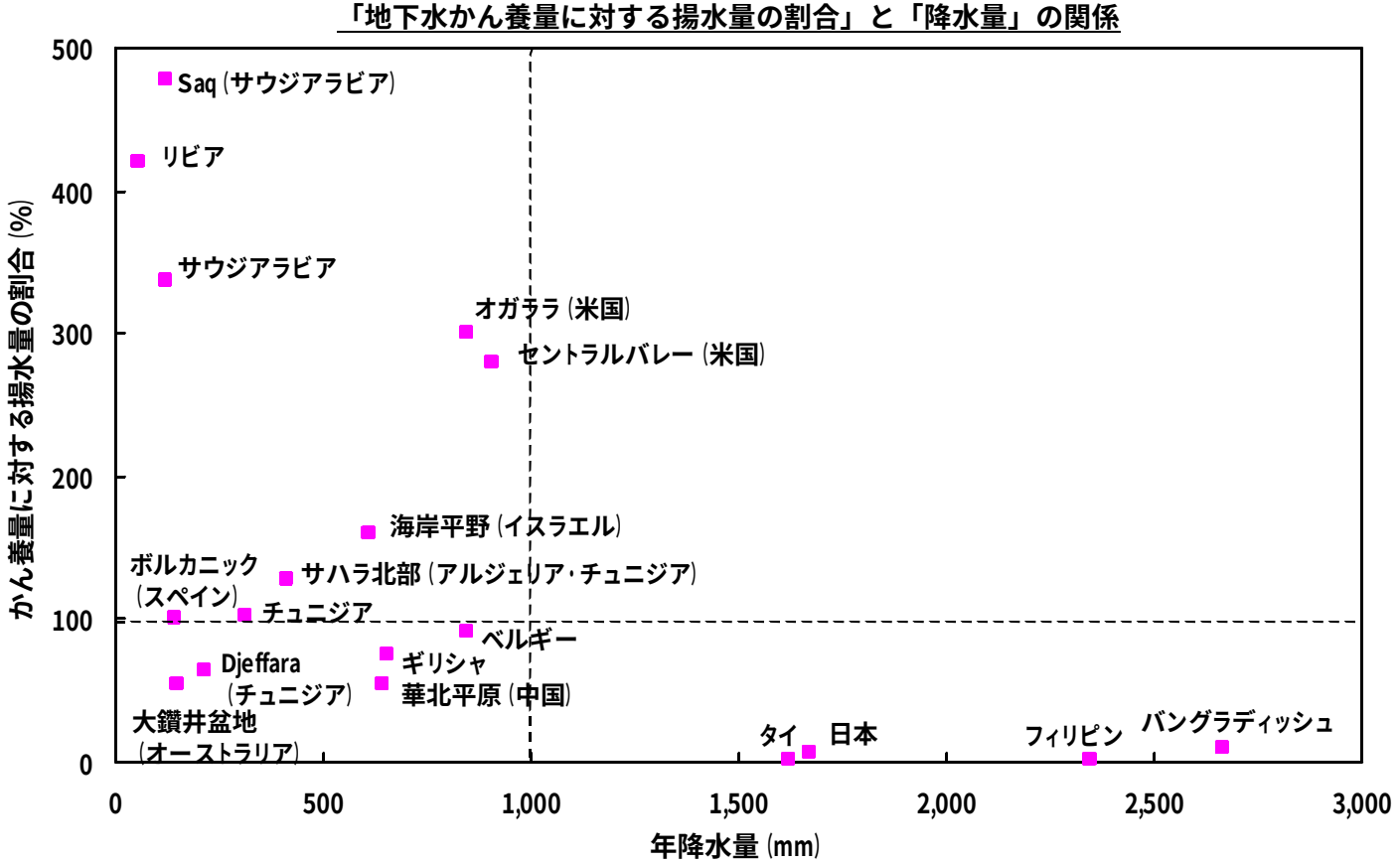
巨大な蒸発池

資料：田渕俊雄「世界の水田　日本の水田」1999年（(株）山崎農業研究所）

b．地下水のポンプ揚水

○降雨や表流水に恵まれない乾燥地域にあっては、古くから地下水が農業用水として利用されてきた。
○さらに、近年のポンプの普及により、比較的簡易に揚水することが可能となったことから、降雨に左右されずに安定的な用水確保が図られる帯水層の地下水の利用が増加した。
○しかしながら、帯水層への地下水かん養量を超えて揚水を行う例も見られ、地下水位の低下等の影響が懸念されている。

○地下水の揚水状況と降水量の関係



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３（地下水取水状況）及び２（国平均降水量）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１（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)I,A.Shiklomanov,Assessment of Water Resources and Water Availability in the World, 1996年（世界気象機関）
　　2)Statistical Databases（国連食料農業機関）　3)世界の資源と環境1998-1999　4)「世界気候表（1961～1990)」, 1994年（気象庁）

○米国中央部における地下水揚水[1)]

米国中央部においては、オガララ帯水層を水源とする地下水かんがいに依存した商業的な小麦生産業を行う一大穀倉地帯が形成され、100～200mを超す深井戸、強力な電動水中ポンプ及び半径400mにも及ぶ動輪付きアームに一定間隔で設置されたスプリンクラーからなる「センターピボットかんがい方式」が一般に使われている。

また、かんがい施設の全ては私的な投資によるとされる。

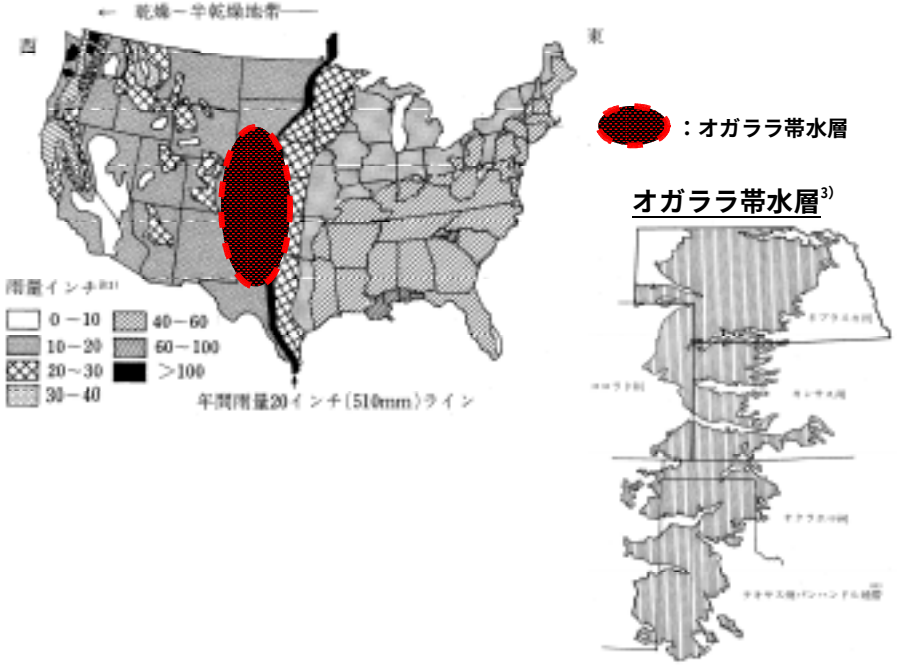
センターピボットによるかんがい風景[2)]

資料：1)「世界の農地水管理」2000年（緑資源公団）1992年((財)富民協会)
2)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）
3)服部信司「先進国の環境問題と農業」,1992年（(財)富民協会）
4)I,A.Shiklomanov,Assessment of Water Resources and Water Availability in the World, 1996年(世界気象機関)
5) レスターブラウン編「地球白書2000-01」(家の光協会)

オガララ帯水層はテキサス西北部から、オクラホマ、カンサス、コロラド、ネブラスカへと広がる巨大な地下帯水層である。

1984年時点で、地表から760m以内に12万～21万km³の水があると推定されている。[3)]

米国の降水量分布とオガララ帯水層の位置[3)]



オガララ帯水層においては、年間の揚水量が22.2km³であるのに対し、帯水層への年間の涵養水量が1/3の6～8km³であるとされる(1980年時点)。[4)]

過剰な揚水が続けられた結果、地下水位が低下し、揚水コストが増大したこと等により、オガララ帯水層の地下水に依存している多くの農民が、かんがい農業を放棄しているとされる。[5)]

③問題解決への手がかり

ａ．下水の再利用

○中近東、地中海沿岸及び南アメリカの太平洋岸諸国等では、水資源の不足を補うため、下水の再利用を行う取り組みも進められている。

○農業における下水の再利用（例）

乏しい水資源を補うため、下水の再利用は多くの国の施策となっている。

農業における下水処理水等の有効利用例[1) 2)]

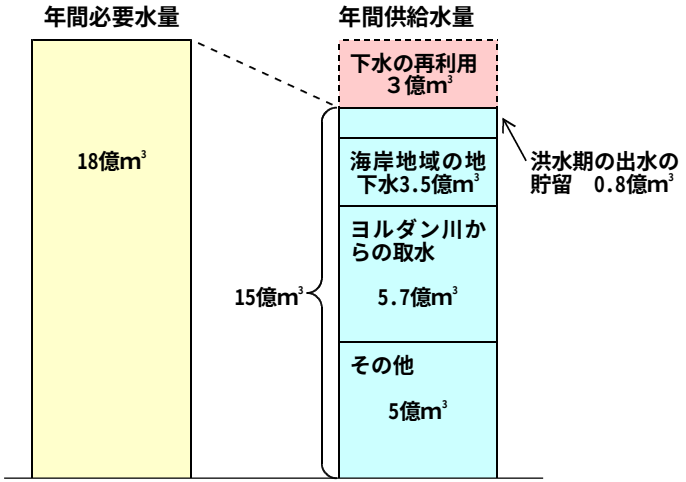
国　名	首都の年降水量(mm)	下水処理水等によるかんがい例		
		主な農作物	面積(概算、ha)	都　市または地域
メキシコ	871	とうもろこし､小麦､グリーン･トマト、飼料用作物	58,000	Mezquilal渓谷(Hidalgo州)
チリ	419	レタス､キャベツ､セロリ､穀物、ブドウ	6,000	サンチャゴ
ペルー	13	種々の食用または非食用作物	5～6,000	主として太平洋側の乾燥帯
アルゼンチン	1,154	レタス､たまねぎ､トマト､ちょうせんあざみ	2,000	Mendoza市
チュニジア	467	穀物、飼料用作物	2,670	Tunis-Soukra
サウジ・アラビア	119	小麦、飼料用作物	2,500	Riyadh-Dariyah
ヨルダン	276	穀物、果樹、野菜	1,000	Anman-Al-Samra等

資料：1)Martin Strauss, Water Science and Technology, Vol.24 No.9 ,1991年
2)気象庁「世界気候表」,1994年
3)緑資源公団「世界の農地水管理」,2000年
4)（独）農業工学研究所ホームページ

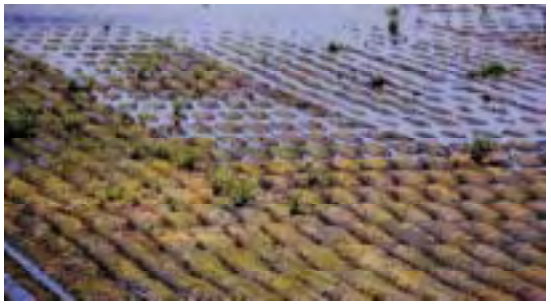
○イスラエルの事例[3)]

ヨルダン川からの取水等による用水の年間供給量は15億m^3/年であるのに対し、必要量は18億m^3/年であり、その差の３億m^3/年が下水の再処理水で充てられているとされる。

イスラエルにおける水の使用状況[3)]



下水処理水を地下の帯水層へ還元させている様子[4)]



b．マイクロかんがいによる節水

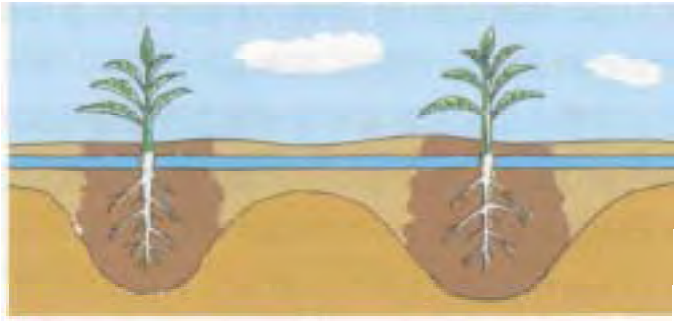
○また、水資源の利用効率を向上させるとともに、過剰揚水による地下水資源の枯渇や乾燥地域等における余剰水の浸透等を原因とした土壌表面への塩類集積等を回避し、かんがい農業の持続性を確保するため、マイクロかんがい等の節水技術の開発が進められてきている。

○マイクロかんがい[1)]

ほ場における節水技術の代表的な例であるマイクロかんがいとは、ほ場内の給水管に取り付けたエミッターあるいは滴下孔と呼ばれる末端減圧器材を通して用水をほ場に供給する方法の総称であり、作物の限定された根群域に土壌水分に応じた用水を少量・頻繁に供給することが可能となる。

これにより、供給水量が節減されると同時に過剰な給水を防止できるため、余剰水による地下水位の上昇等に伴う作物根群域への塩類集積の回避が図られる。

マイクロかんがいの模式図（ドリップかんがいの例）[2)]



○マイクロかんがいの事例（エジプト）

イチゴのドリップかんがい[2)]

資料：1)丸山利輔､中村良太ら「水利環境工学」1998年（朝倉書店）
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）

（５）湿潤地域におけるかんがい

①水田農業の特性

ａ．水田稲作の長所

○生育のための要水量が多く、かつ、水に浸っても被害が少ないというイネの持つ植物学上の特徴を活かし、湿潤地域、特にアジア・モンスーン地域においては、イネは専ら水田において栽培されている。
○水田における湛水条件下でのイネの栽培は、連作障害を発生することなく生産力を維持できる等のメリットを有し、安定的かつ高収量の持続的な農業である。

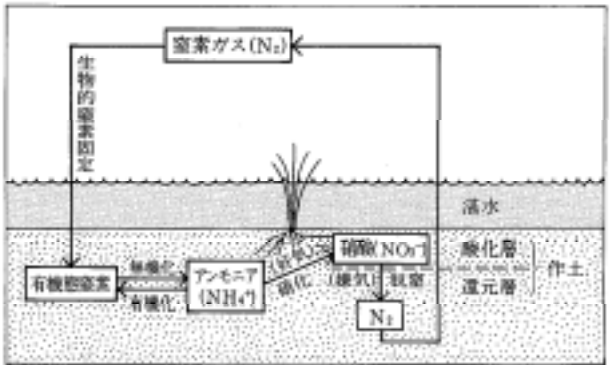
○水田農業の作物生産上の主な利点[1)]

水田において湛水条件下でイネを栽培することには、以下のような利点があり、安定的な生産力を持続できる農業形態である。

・かんがい用水による肥料成分の供給
・塩類等の有害成分の洗脱
・雑草の繁茂の抑制
・酸素がない還元状態であることによる土壌への肥料成分の吸着 等

（参考）水田への窒素の固定[2)]

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。



水田農業と地形・降雨条件との関係[3)]

	湿潤地域の水田農業	乾燥地域の水田農業
山間傾斜地	・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	・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	・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：1)丸山利輔、冨田正彦、三野徹、渡辺紹裕「地域環境工学」,1996年（朝倉書店）
2)渡部忠世ら「アジア稲作文化の生態基盤」,1987年（小学館）
3)田淵俊雄「世界の水田 日本の水田」,1999年（山崎農業研究所）を参考に作成

b．水田農業と水循環

○また、降水量が多く水循環量が多い地域における水田農業は、水循環のシステムの一部として、農業生産だけでなく、地下水のかん養等の多面的な機能を発揮している。

○水田に取水される水の大部分は、地下への浸透や排水路への流出を通じ、地下水や河川水に環流され、下流において再び水田へ取り入れられたり、工業用水や生活用水として使用される可能性を有する。

○さらに、豪雨の際の水田における降雨の貯留は、傾斜地における土壌浸食や低平地における洪水の防止に関して有効である。

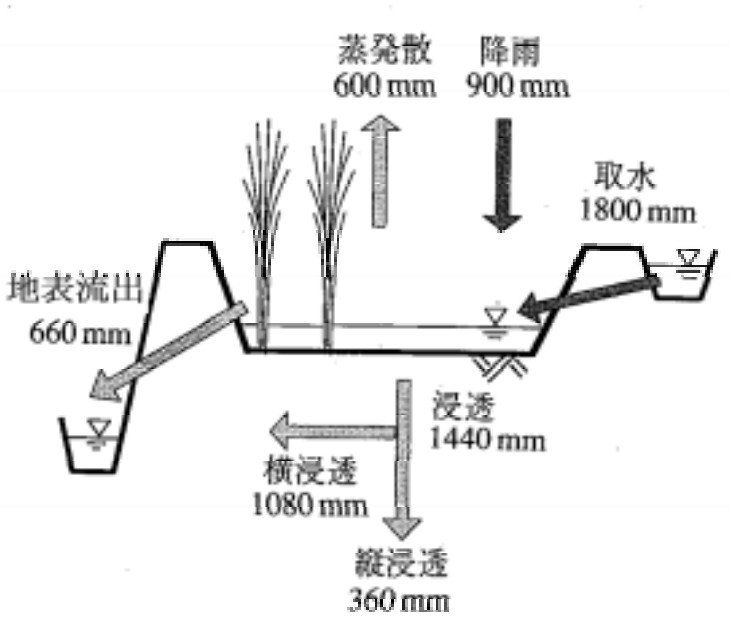
○水田を含む水循環システム（わが国の例）[1)]

○水田の水収支[1)]

水田における水収支は、下式のとおり表される。

取水量＝蒸発散量＋浸透量＋地表排水量－降水量＋貯留量変化

かんがい期（120日間）における水田の水収支[2)] 注)



注)蒸発散量や浸透量等は、地域の気候、土壌条件等により異なるため、図中の総水量は概値である。

資料：1)「農業用水」（農林水産省パンフレット）
2)丸山利輔、中村良太ら「水利環境工学」1998年（朝倉書店）

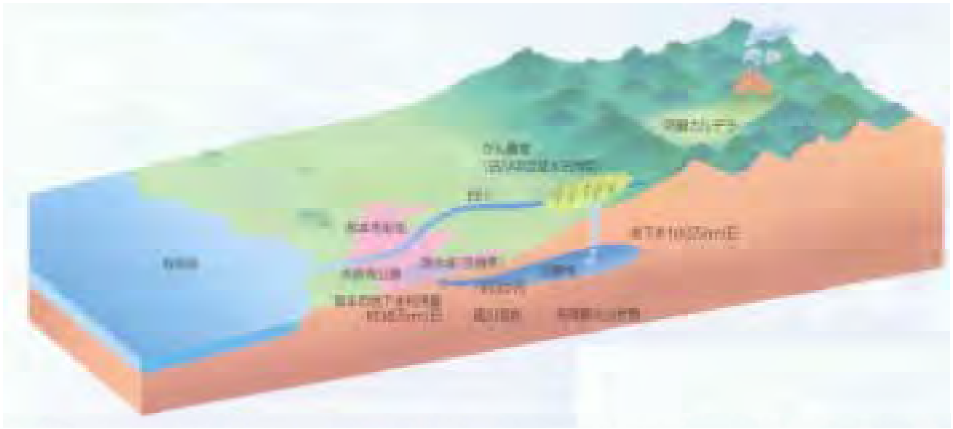
○水田の地下水かん養機能

水田からかん養された地下水が、下流域で生活用水や工業用水として使用されている例も報告されている。

（事例１）白川中流域（熊本県）[1)]

阿蘇カルデラを水源とする白川の中流域（阿蘇山の西麓台地）の水田では、１日当たり約100万m^3の地下水をかん養しており、この地下水は下流で湧水し、熊本市民約90万人分の都市用水として利用されている。

白川中流域における地下水かん養の仕組み

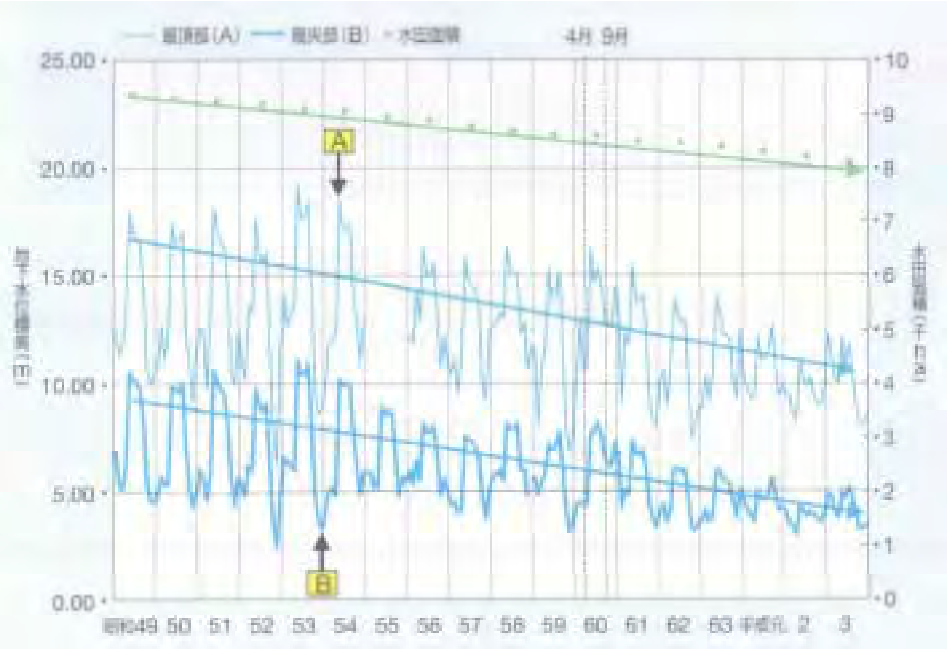


（事例２）手取川扇状地（石川県）[2)]

手取川扇状地では、水田が地下水をかん養（かんがい期である４月から９月に地下水位が上昇）しており、年間約１億2,000万m^3の地下水が、工業用水、生活用水等に使用されている。

しかし、水田面積の減少に伴い、地下水位も経年的に低下してきている。

手取川扇状地における地下水位と水田面積の経年変化



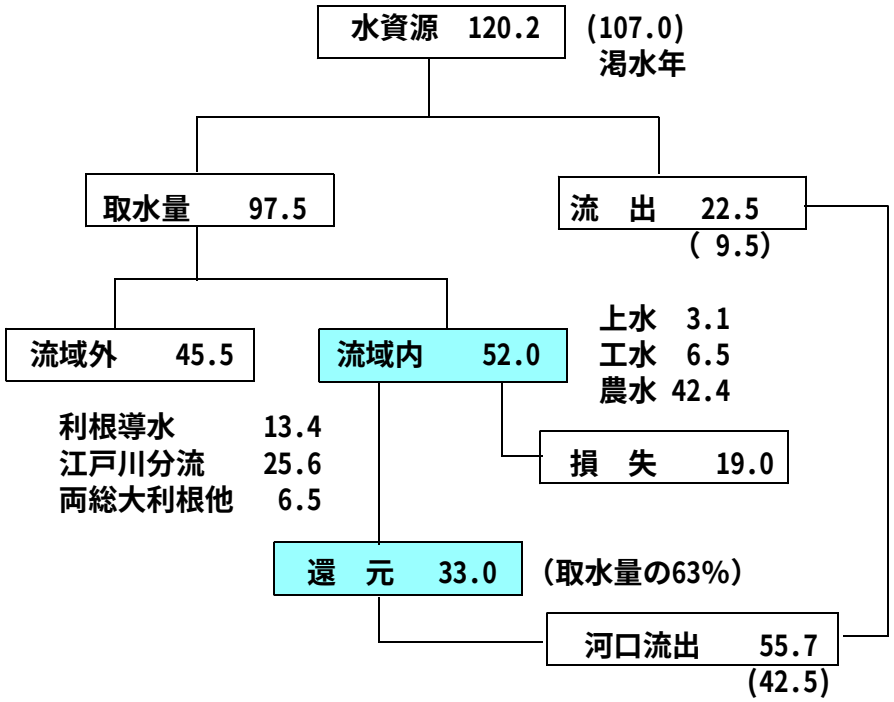
資料：1)(財)熊本開発研究センター「熊本地域の地下水研究・対策史」を基に作成
2)北陸農政局「農業・農村の持つ多面的機能」

（事例３）利根川水系における農業用水の還元

1970（昭和45）年の利根川水系の水の使われ方の調査結果では、流域内向けの取水量52億㎥（このうち農業用水が８割）に対し、約６割の33億㎥が還元し、また、この還元量は、河口流出量の約６割を占めている。

また、1961（昭和36）年の計算結果では、利根川栗橋地点（埼玉県栗橋町）の河川流量60㎥/sは、上流での取水量210㎥/sに対し約５割の110㎥/sが還元して確保されていることが報告されている。このため、利根川下流部における水利用では、農業用水の還元は非常に重要な役割を担っている。

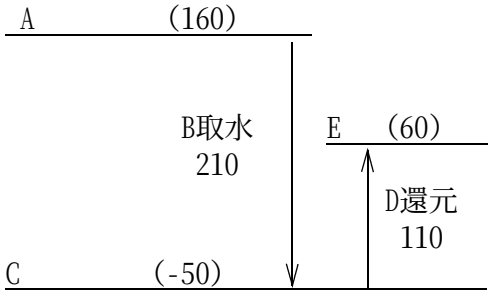
1970年の利根川水系の水の使われ方（億㎥）



利根川栗橋地点流量の計算結果（1961年7月31日）

(㎥/s)

計　算　条　件	流　量
A.上流での取水がないと仮定した時の流量	160
B.上流での取水量の合計	210
C.農業用水の還元がないと仮定した時の不足量	-50
D.上流からの農業用水の還元量	110
E.現況の流量（C+D）	60



資料：「利根川水系における水田の持つ他面的機能の計量的評価について（中間報告）」，1990年（関東農政局利根川水系土地改良調査管理事務所）

ｃ．生物多様性を育む水田農業

○水田や用排水路等の水田農業のシステムは、淡水魚等の生息・生育場所として水循環の中において重要な役割を果たしている。

○水田とその周辺の環境

湿潤地域においては、水田、用排水路、ため池等の水のネットワークに加え、それらの周囲の森林等が多様な生物を育んでいる。

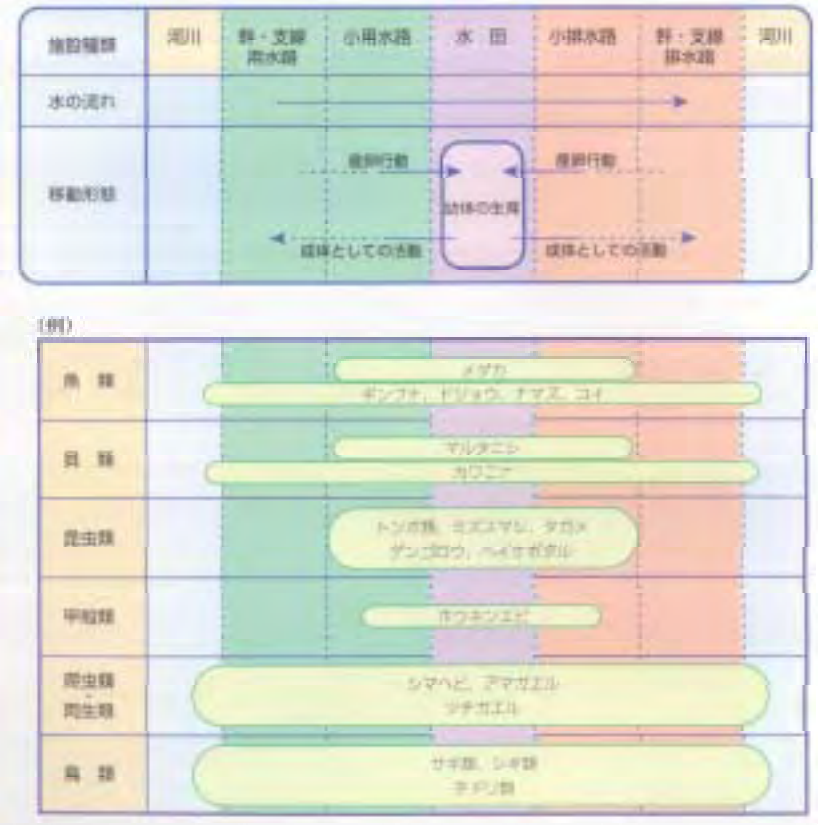
水田とその周辺の環境のイメージ

資料：1)「生きものたちの住む農村を目指して」（農林水産省パンフレット）

○生物の生活の場としての水田の特徴

水田は、淡水魚等にとって適正な流速、水深、水温を有する産卵場であると同時に、プランクトンの発生により雑魚の餌場としての役割も果たしており、多様な生物が水田を中心とした水のネットワークや、耕起・田植え・落水といった水田特有の営農を巧みに活用して生活している。

年降水量と既知の淡水魚種の関係[1)]



ｄ．共同体による管理

○水田かんがいにおいては、多量の農業用水が水循環の一部として扱われつつ、多面的な機能を発揮することを反映し、長い試行錯誤を通じて、農民の共同体による水管理システムが形づくられている例が見られる。
○このような共同体システムでは、農業用水の配水時期の調整やかんがい施設の維持管理・補修といった水管理に関することの他、神事等とも関連し、地域社会の形成にも大きな影響を与えてきた。

○共同体による伝統的な水管理システムの例[1)2)]

国(組織の名称)	概　要
インドネシア バリ島 （スバック）	・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）	・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）	・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

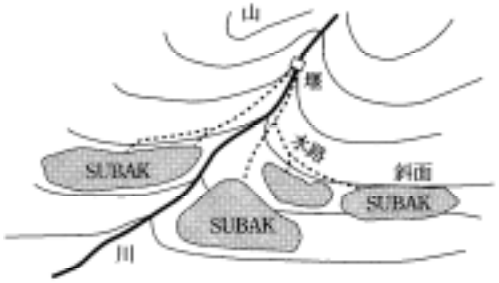
資料：1)田淵俊雄「世界の水田　日本の水田」,1999年（山崎農業研究所）
2)世界の灌漑と排水企画委員会「世界の灌漑と排水」,1995年（家の光協会）
3)国際かんがい排水委員会第49回執行理事会パンフレット

○インドネシア・バリ島における共同体（スバック）[1)]

バリ島は雨季と乾季が明確に分かれるため、年中稲作をするためには、かんがい施設が必要である。

かんがい施設は、堰については、政府管理が342箇所に対し、農民共同体（スバック）管理が450箇所であり、農民による管理の方が多い。一つの堰の平均かんがい面積は11haであり、比較的小規模なかんがいシステムが形成されている。

スバックによる棚田の管理



年間を通した水稲栽培の状況[3)]

（参考）文化・習慣とのつながり

○アジア地域における水田農業は、単作に近い形で地域の食料供給のかなりの部分を担うとともに、水循環の一部として機能し、さらには生物多様性を含めた自然環境の一部として位置付けられることから、神や自然へ感謝を表すために、農事上の重要な時期に、様々な行事が行われている例が見られる。

○農事に関する行事の例[1)]

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、稲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。 田植えが終わると田の神を送る行事を行う。
収穫期	稲刈りが終わった日に鎌に感謝する日。収穫祭として豊年の祝いを行う。
収穫後	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）。

米の豊作を祈願するお祭り（日本）[2)]

出展：１）渡部忠世ほか「稲のアジア史２」、1987年（小学館）
　　２）農村メッセージ（島根県・島根県土地改良事業団体連合会パンフレット）

②水田農業の現状と問題点

○人口の伸び率が依然として高いアジアにおいては、かんがいの導入による水田農業の生産性向上に対する期待が高い。

○このため、アジア各国において、主に第二次大戦後、国際的な協力を得つつ、政府主導による大規模なかんがいシステムの構築が、天水田や大河川の下流デルタ等を対象として進められてきた。

○これらのシステムにより、かんがい面積の増大及びコメ等の食料の飛躍的増産が達成されてきたが、システムの維持管理や補修更新の面で、財政的或いは人的な観点からの課題が指摘されている例もある。

○大規模なかんがいシステムの例[1)]

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m3）等ダム39、河川改修278km
マレーシア	西海岸北部	Muda	9.6	ダム２（９億m3）等
フィリピン	マニラ北部	UPRIIS	11.7	パンタバンガンダム（28億m3）、頭首工８、幹線用水路284km
スリランカ	北東部全域	Mahaweli	16.6	セナナヤケダム他21ダム（13億m3）等
タイ	中央平野	Chao Phraya	120	ブミポンダム（100億m3）、シリキットダム（95億m3）、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m3）、排水改良5,800ha等

○大規模かんがいシステムの管理に関する考察例

アジアにおけるかんがいシステムを、

・伝統的中小規模かんがい

・政府主導型大規模かんがい（主に第二次大戦後）

・小型ポンプ等による個人かんがい（　〃　）

の３類型に大別した上で、特に政府主導型大規模かんがいには、次のような傾向があるという考察[1)]もされている。

・水利システムが大規模すぎるため、農民の管理能力をはるかに超えており、管理に対する農民の無関心及び過度の公的依存を招来

・農民レベルでの農地拡大が困難であった厳しい乾燥地や泥沢地等に位置するため、共同体社会形成の下地がなかったため、農民はかんがいシステムの管理は公的に行われるものと理解

○かんがい施設の維持管理状況（例）[2)]

かんがい施設の維持管理に際し、財政的または人的な観点から課題が生じているケースが見られる。

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ほ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。

掛樋からの漏水の例（スリランカ）[3)]

資料：1)真勢 徹「水がつくったアジア」1994年（家の光協会）
2)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）
3)国連食糧農業機関

○バングラデシュの大規模かんがいシステム（例）

バングラデシュのかんがいは、1960年代から人口の増加に合わせて急激に発展し、主として乾季稲作への灌水を目的に行われた。

地表水や井戸から揚水する小規模かんがい施設の開発が進められると同時に、援助国の協力による大規模な洪水防除とかんがいを組み合わせたプロジェクトが、水開発評議会によって実施された。

かんがいシステムの概要

かんがい区分	取水方式	標準的規模
LLP(Low Lift Pump)システム	地表水を低揚程ポンプ(LLP)で揚水して利用	10ha未満
TW(Tube Well)システム	井戸により地下水をポンプで揚水して利用	0.5～20ha以上
水路システム	河川をせき止めて重力で導水	数10ha
伝統システム	地表残留水を伝統的な人力による器具を使って揚水	小規模
大規模かんがいシステム	河川から大型ポンプによって取水し、用水路網を通して配水	数千～数万ha

大規模かんがいシステムでは、大口径ポンプを設置して河川から一括揚水する。数千haから数万ha規模のプロジェクトが全国で16地区完成している。

しかし、以下のような課題が生じているため、システムの運営は良好とは言えない状況である。

《大規模かんがいシステムの課題》

- 水開発評議会による基幹施設の管理及び農民による末端施設の管理が不備
- 水使用料の多額の滞納
- 機械部品を輸入に頼っていることにより、ポンプ施設の維持管理が比較的困難
- 取水河川からポンプ場までの導水路内の土砂堆積

《現状》

- 実際のかんがい面積は、計画面積を大きく下回る
- 最近では、新しいプロジェクトの実施を見送り、完了地区の維持管理と災害復旧事業に重点化

（参考）かんがいシステム別かんがい面積の推移（単位：千ha）

かんがい区分	1984年	1989年	1993年
LLP(Low Lift Pump)システム	681	657	669
TW(Tube Well)システム	879	1,667	2,106
水路システム	147	177	155
伝統システム			
大規模かんがいシステム	366	427	362
計	2,073	2,939	3,291

資料：黒田正治 編著「農業水利システムの管理」，2000年（(社）農業土木機械化協会）

③問題解決への手がかり（参加型水管理への期待）

○湿潤地域のみならず世界全般において、農民共同体による伝統的な水管理等が継続されている地域がある一方、水資源の開発やかんがい施設の管理を政府等に依存する傾向の強い地域もある。

○これら地域において、財政状況の悪化等により政府の関与が低下する事態が生じ、かんがい施設の良好な維持管理等に支障をきたす例もみられ、農家による参加型水管理に期待するケースも増加しつつあるといわれている。

○参加型水管理への期待とその背景[1)]

かんがい施設の維持管理における政府支出金の削減と水管理の改善を目的として、「参加型水管理(ＰＩＭ)」に期待を寄せる開発途上国が増加している。

戦後の大規模かんがい施設の大半は国家プロジェクトによって整備

↓

それらかんがい施設は、その建設から維持管理までのほとんどが、政府予算・スタッフにより実施

↓

①受益者である農家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

↓

不適切な水管理や維持管理の問題に直面

↓

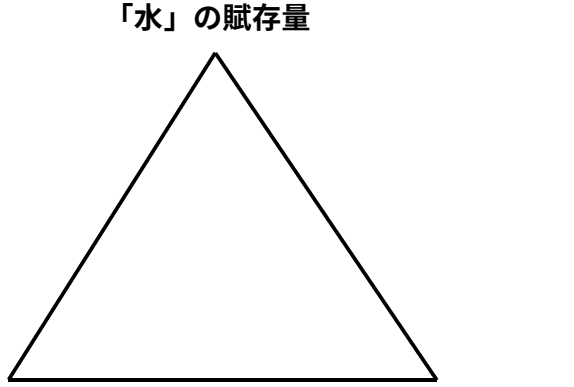
農家による「参加型水管理」への期待の高まり

○かんがいと管理[2)]

かんがいシステムは、変動する所与の要件である「水」の賦存量に対する、かんがい「施設」と、人の「管理行為」の総体として構成されている。一般に、「水」の少ない地域では、「施設」の高度化や「管理行為」の多投入で対応している。

逆に、「水」が比較的多い場合、あるいは、「施設」の水準が高い場合にあっても、「管理行為」の粗放化等が生じる場合、かんがいシステムが所用の効果を発現することは期待できなくなることが予想される。

かんがいシステムの３要素



資料：1)農業土木学会 第21回国際シンポジウム資料，1999年（農業土木学会）を参考に作成
2)「水土の知を語る」,2002年（農業土木総合研究所）

２．わが国の水資源と農業用水
（１）水資源

○わが国は、世界でも有数の多雨地域であるアジアモンスーン地帯に属し、平均の年間降水量（約1,700㎜）は、世界平均の２倍近い値である。また、平均の年間蒸発散量は約600㎜と見積もられている。

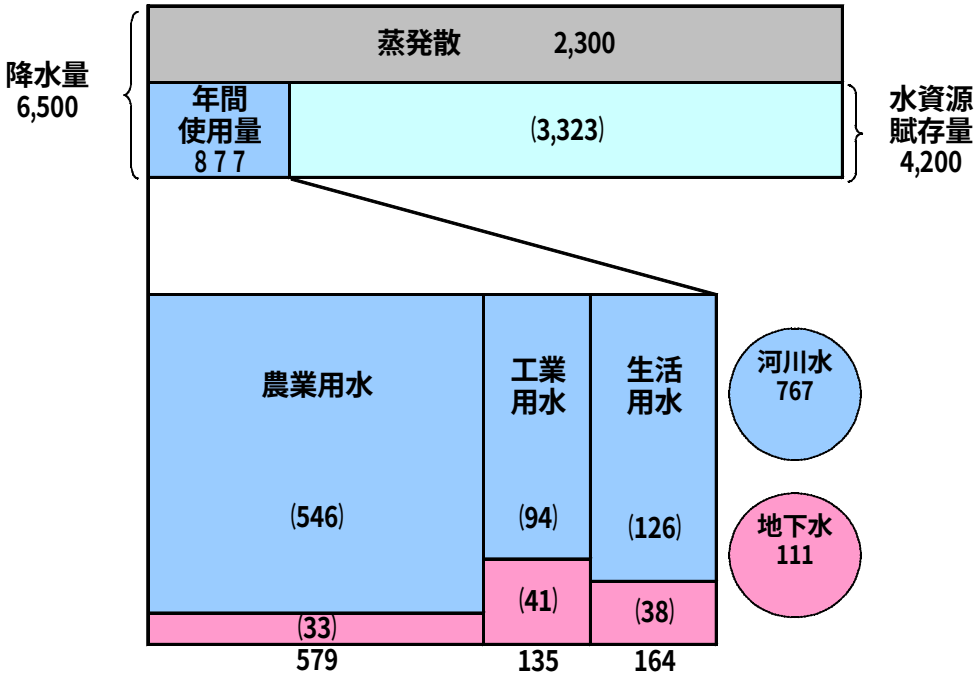
○年間の水資源賦存量（降水量から蒸発散量を引いたものに当該地域の面積を乗じた値）の平均は、約4,200億m³（渇水年においては約2,800億m³）であるが、地形が急峻で河川の流路延長が短いこと、台風期への降雨集中等の条件から、降水の有効利用が課題となってきた。

○わが国の水資源

わが国の年間の水使用量は877億m³（平成11年：取水量ベース）である。

このうち、農業用水は約66%（579億m³）を占めている。また、全水使用量に占める地下水使用量の割合は約13%（111億m³）である。

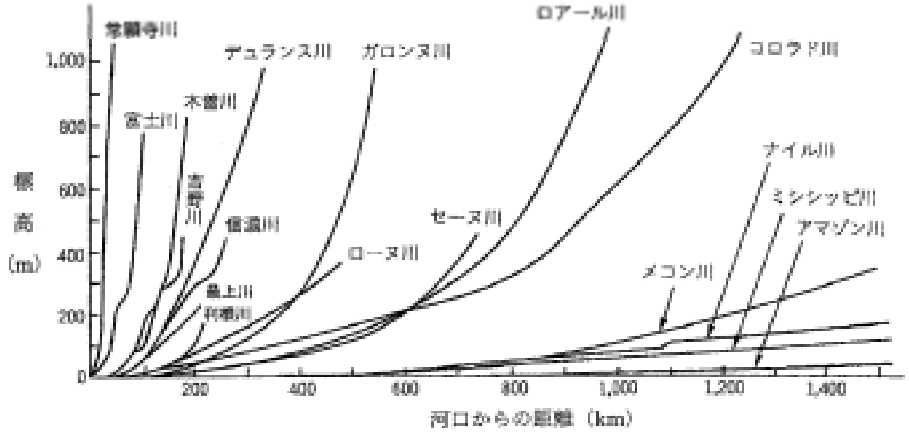
水資源の賦存量と使用量（単位：億m³/年）[1)]



○わが国の河川と世界の河川

わが国の地形は急峻なため、河川の勾配が急で流路延長が短く、降水の有効利用を図るためには工夫が必要である。

川の勾配[2)]



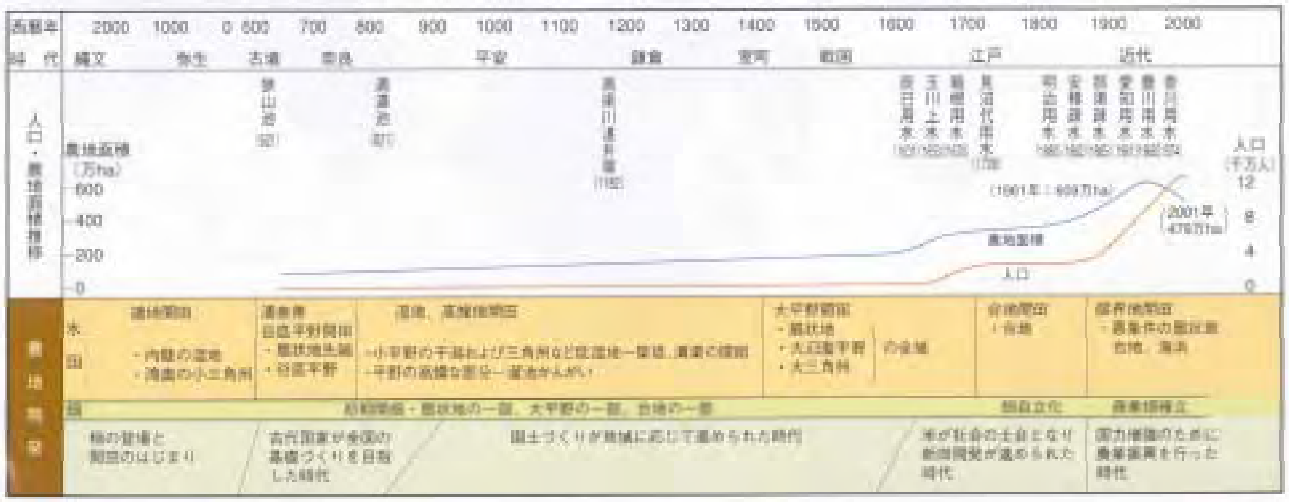
資料：1)「平成14年版 水資源白書」(国土交通省土地水資源局水資源部)
2)駒村正治、中村好男、桝田信彌 共著「土地と水と植物の環境」，2000年（理工図書）

（２）農業用水
①歴史

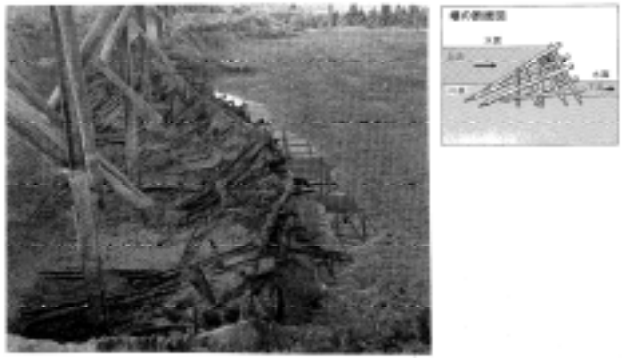
○わが国においては、降水を有効に水田農業に使用するため、1)河川から用水路への取水、2)水を貯める工夫（ため池）、3)水を土中にしみこませる工夫（山地の植林）等によって、降水の国土への滞在時間の延長を図ってきた。

○このため、水田等の農地の開発と併せ、取水堰、用排水路及びため池等の農業用水利施設を造成する努力が続けられてきた。

○農業用水の歴史[1)]



古墳時代の取水堰（古照遺跡）[2)]



江戸時代のため池の普請（満濃池）[3)]

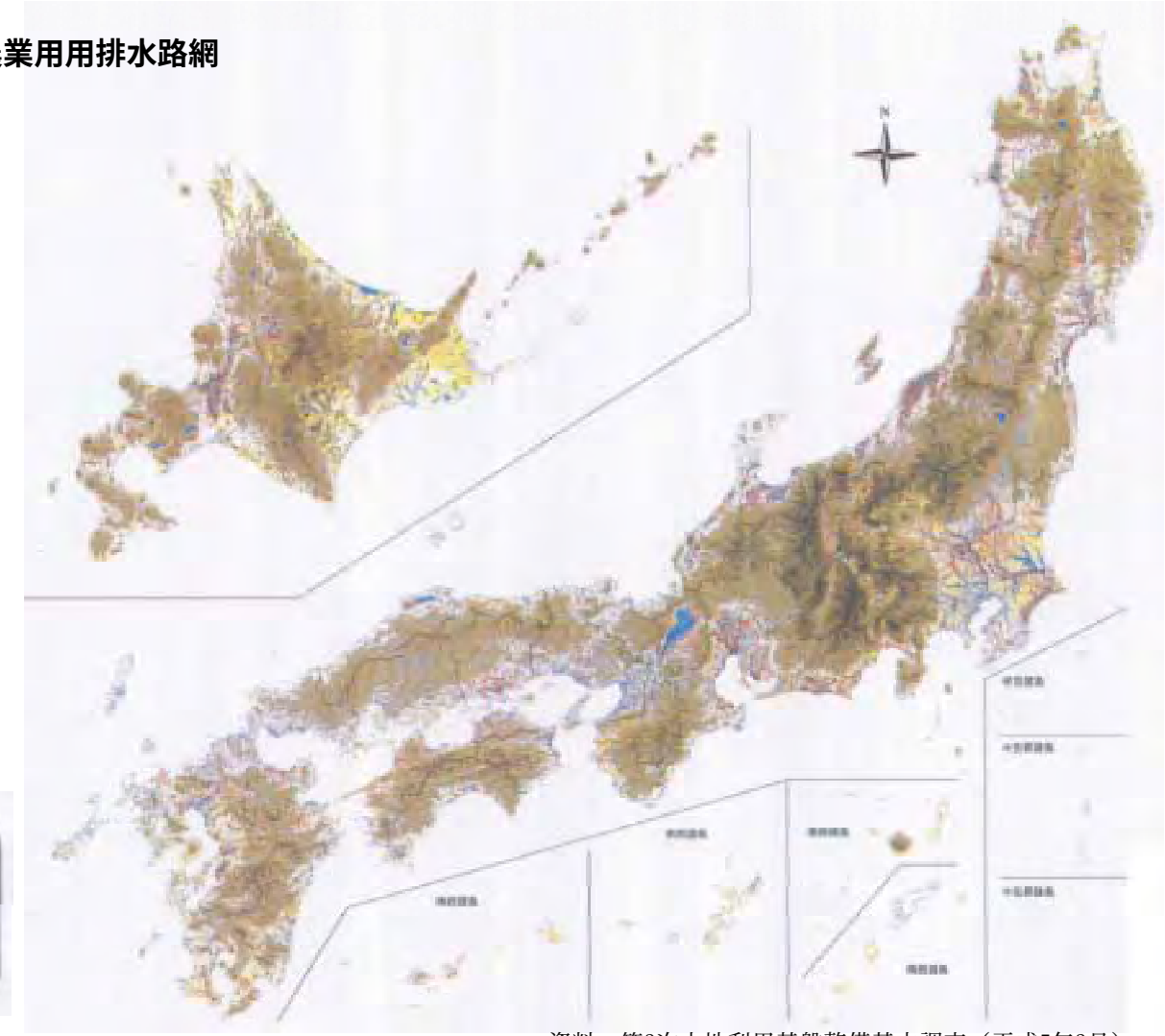
資料：1)農業土木歴史研究会「大地への刻印」,1988年（公共事業通信社）をもとに、農村振興局作成
2)松山市教育委員会所蔵
3)平尾英雄氏所蔵（香川県歴史博物館保管）

②施設の現状

○その結果、わが国の主要な農業用用排水路の延長は約４万㎞に達し、うち用水路が約３万㎞、排水路が約１万㎞である。
また、中小の農業用用排水路も含めると10倍の約40万㎞になり、地球10周分の距離に相当する。

○これらの農業用用排水路は、人間の動脈・静脈のように国土に張り巡らされ、わが国の農業生産を支えるとともに、水循環の中で重要な役割を担っている。

○全国に広がる農業用用排水路網



資料：第3次土地利用基盤整備基本調査（平成5年3月）
基幹水利施設整備状況調査（平成7年3月）
この地図の作製に当たっては、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総使、第２９２号）

③管理の状況

○わが国の農業用用排水路等のかんがい施設は、国や地方自治体によって管理されているものもあるが、大半は農業用水の使用者（農家）によって構成される土地改良区等による管理が行われている。

○かんがい施設の管理

農業用用排水路等のかんがい施設の中でも基幹的な国営造成施設に関しては、その60%以上が土地改良区によって管理されている。

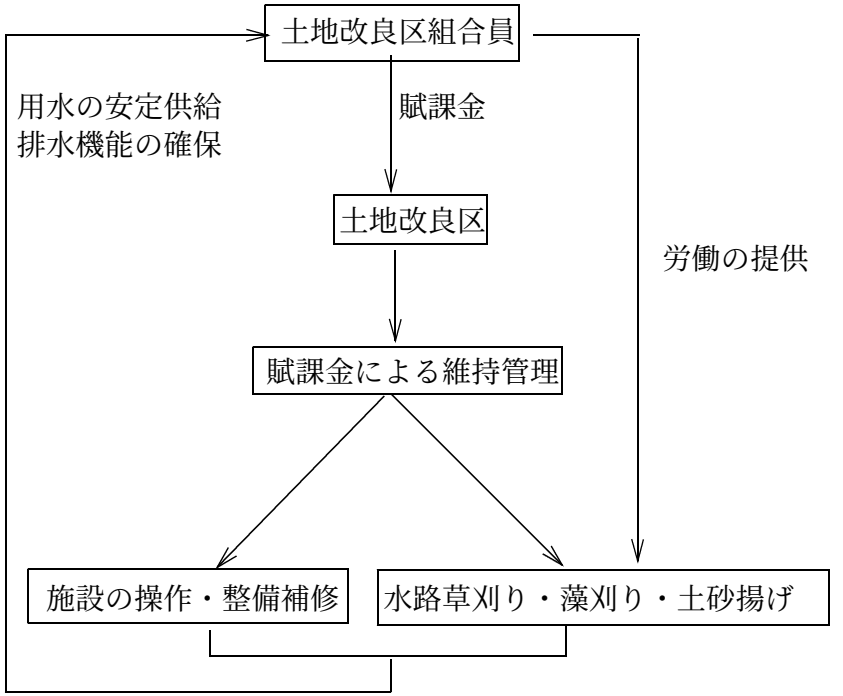
管理主体別の国営造成施設数（平成13年度末）

	基幹的施設		農業用用排水路	
	施設数	比率	延長	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調べ

○土地改良区による一般的な維持管理体系

農業者によって構成される土地改良区による、いわば農民参加型水管理によって、通常時の円滑な用水の供給が可能となっているとともに、渇水時などの非常事態にも、柔軟な対応により農業用水の適切な供給・配分が図られている。



④渇水時の水配分調整

○渇水時には、農家は「互譲の精神」に基づき、生活用水や工業用水より高い節水率を受け入れている例がある。
○さらに、番水、水路の見回り、反復利用などに努め、多大な労力と経済的負担を払いつつ、節水に努めている。

○渇水時における主要水系の取水制限の状況（平成13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
木曽川水系	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（平成13年）（単位：千円）

A土地改良区

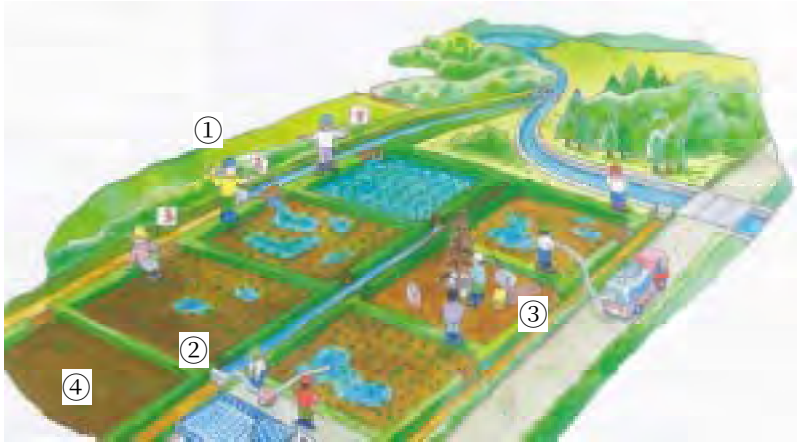
平　年 ①	平成13年 ②	掛増し率 ②/①	主な増加経費
4,260千円	5,400千円	127%	応急ポンプ費（1,010）、広報費（40）、人件費（90）、他

B土地改良区

平　年 ①	平成13年 ②	掛増し率 ②/①	主な増加経費
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）



①番　　水：節水のための配水管理。
　１）用水区域内の地区を区分し、順番に配水
　２）ほ場ごとに順番と時間を決めて配水
　３）水源から数日の間隔で取水
　等の方法がある。

②反復利用：上流のほ場からの排水を堰止め、ポンプなどで汲み上げて、用水を再利用する。

③用水補給：農水や反復利用を行っても用水が不足する場合は、応急の井戸を掘削し地下水を利用したり、通常は利用しないダム、ため池の底水や他の利水者からの貰い水を受けたりする。

④犠 牲 田：番水や用水の補給、反復利用等の対策を施しても水の絶対量が不足した場合、配水しない犠牲田を出して他の水田を救う。

（３）農業用水に関する課題
①環境との調和

○湿潤地域に位置するわが国においても、水田やかんがい施設は、水辺環境として、生物多様性、水質、景観、親水等の観点から大きな役割を果たしている。

○しかし、例えば身近な魚の代表であったメダカが絶滅危惧種に指定されるなど、環境との調和の重要性が一層高まってきている。

○田んぼの生きもの調査

平成13年度に、農水省と環境省が連携し、水田やその周辺の用排水路等において実施した田んぼの生きもの調査では、わが国に生息するとされる約300種類(亜種を含む)の淡水魚のうち、72種が確認された。

◇ 多く確認された魚種

フ ナ 類	９８地区 １８３地点（４０県）
ド ジ ョ ウ	７２地区 １４５地点（３５県）
メ ダ カ	７４地区 １４２地点（３７県）
タ モ ロ コ	６５地区 １３８地点（２９県）
モ ツ ゴ	７２地区 １３２地点（３１県）

[メダカ]

◇ 確認された希少な魚種

メ ダ カ	絶滅危惧種Ⅱ類
ホトケドジョウ	絶滅危惧種ⅠＢ類
スナヤツメ	絶滅危惧種Ⅱ類
タ ナ ゴ	準絶滅危惧種

など１０種

[ホトケドジョウ]

◇確認された外来種

タイリクバラタナゴ
ブルーギル
オオクチバス
カ ダ ヤ シ

など８種

[スナヤツメ]

[タナゴ]

○新・生物多様性国家戦略

（平成14年３月　地球環境保全に関する関係閣僚会議決定（抜粋））

第３部　第１章　第３節　生物多様性から見た国土の捉え方

（農耕地）

［略］この区分には、定期的かつ適度な環境攪乱が不可欠な種が多く依存しています。特に水田は、わが国の水辺環境として生物多様性の観点からも大きな役割を果たしています。食料生産の場としてだけでなく、生物多様性保全を含む多面的な機能を高めていくことが必要です。かつては農耕地周辺で普通にみられた種が絶滅危惧種となる例が多く生じているなど、生物多様性保全上の配慮が重要性を増しています。環境保全型の生産手法の普及や生産基盤整備における配慮の推進を通じて、農薬・化学肥料使用上の配慮、水管理上の配慮、水路形態の配慮等を充実させ、生物の生息・生育空間としての質を向上させていきます。

○自然再生推進法（平成14年12月４日成立（抜粋））

（目的）

第一条　この法律は、自然再生についての基本理念を定め、及び実施者等の責務を明らかにするとともに、自然再生基本方針の策定その他の自然再生を推進するために必要な事項を定めることにより、自然再生に関する施策を総合的に推進し、もって生物の多様性の確保を通じて自然と共生する社会の実現を図り、あわせて地球環境の保全に寄与することを目的とする。

（定義）

第二条　この法律において「自然再生」とは、過去に損なわれた生態系その他の自然環境を取り戻すことを目的として、関係行政機関、関係地方公共団体、地域住民、特定非営利活動法人（［略］）、自然環境に関し専門的知識を有する者等の地域の多様な主体が参加して、河川、湿原、干潟、藻場、里山、里地、森林その他の自然環境を保全し、再生し、若しくは創出し、又はその状態を維持管理することをいう。

②維持管理と地域の連携

○かんがい施設の管理に要する費用は、主な管理主体である土地改良区がその７割を負担しているが、農村地域の都市化・混住化の進展に伴う廃棄物の処理や安全施設の設置等の理由により増加している。

○さらに、土地利用の変化など水田農業を取り巻く環境は変化しつつあり、一層高度かつきめ細かい農業用水の管理が必要となっている一方、土地改良区は小規模なものが多く、専任職員がいない土地改良区も半数以上となっており、地域の健全な水循環の基礎となるかんがい施設の管理粗放化が危惧されている。

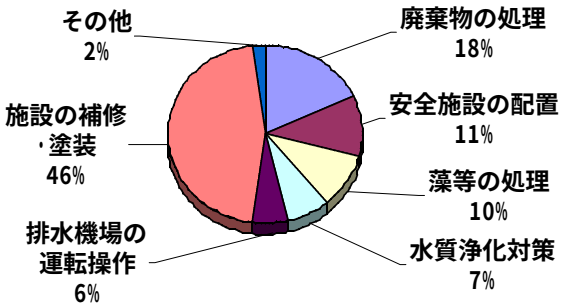
○土地改良区の負担

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%）

注）四捨五入により計があわないことがある。
資料：農村振興局水利整備課施設管理室調べ（平成13年）

維持管理費の増加の要因

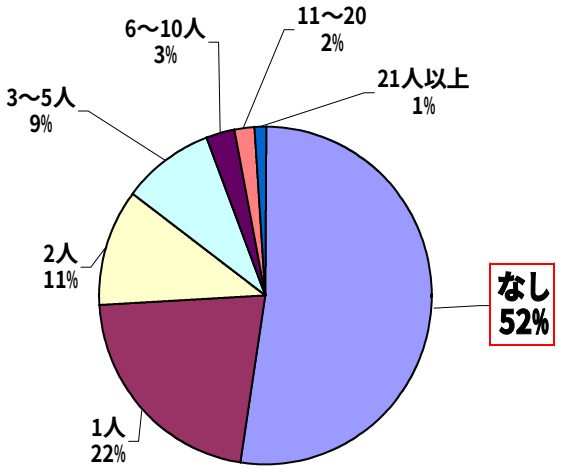


資料：平成９年度土地改良区実態調査（全国土地改良事業団体連合会）

○土地改良区の規模

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

H13年度土地改良区専従職員数別改良区割合



資料：農村振興局土地改良企画課調べ（平成14年6月）

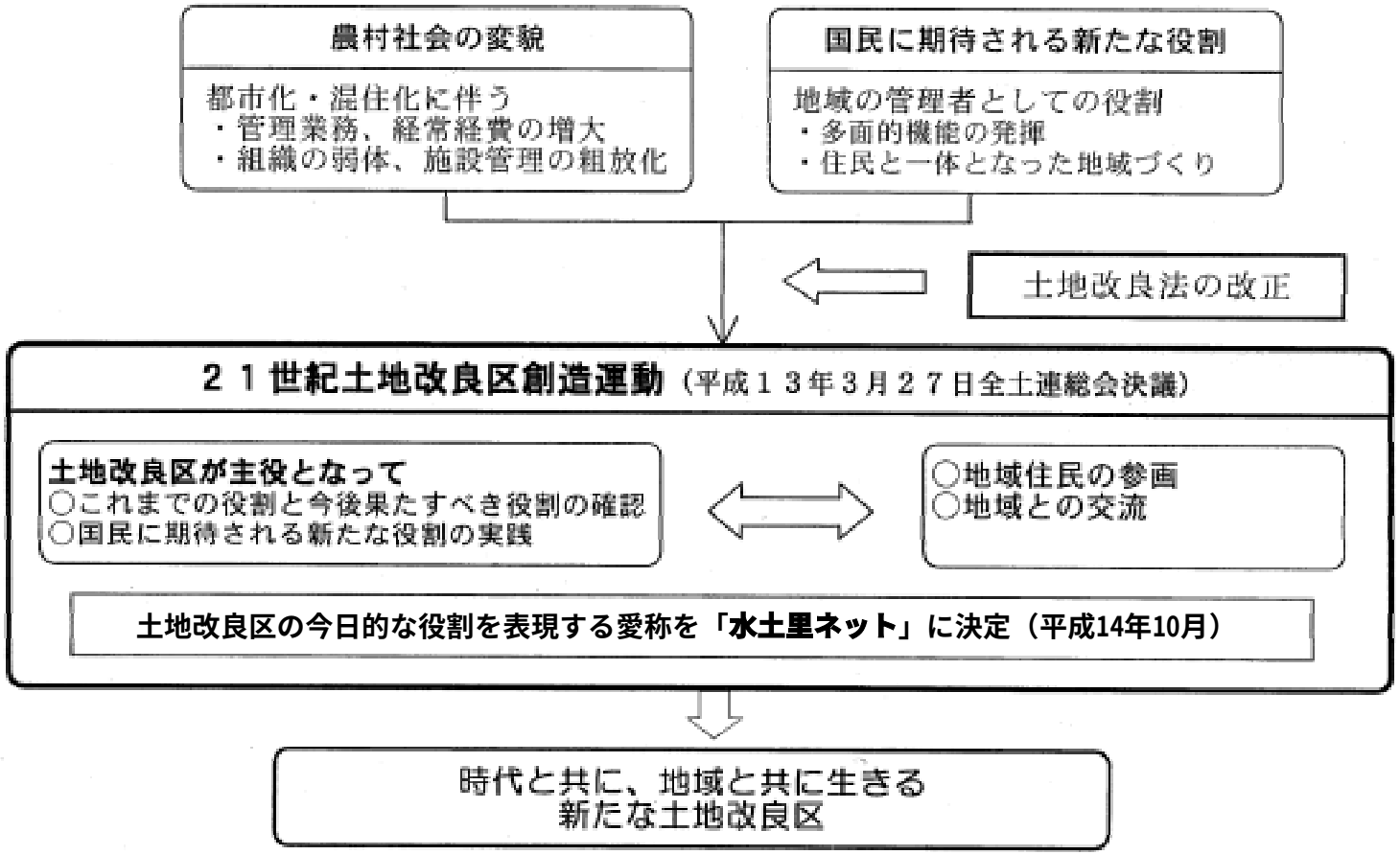
○地域の連携等に向けた新たな取り組み

このような状況の下、健全な水循環等の地域の環境の保全を図っていくためには、かんがい施設の維持管理の際に、地域住民の参画等、地域社会や国民の理解と協力を得ることが一層重要となってきており、土地改良区によるこのための様々な取り組みも進められている。

（取り組み例）21世紀土地改良区創造運動

土地改良区は、平成13年度より、地域住民の参画、地域との交流の下、かんがい施設の適切な管理等これまで自らが果たしてきた役割を評価し、国民に期待される新たな役割を実践していく運動（21世紀土地改良区創造運動）に取り組んでいる。

この一環として、全国から愛称の公募を行い、平成14年10月にはこれを「水土里（みどり）ネット」に決定したところである。

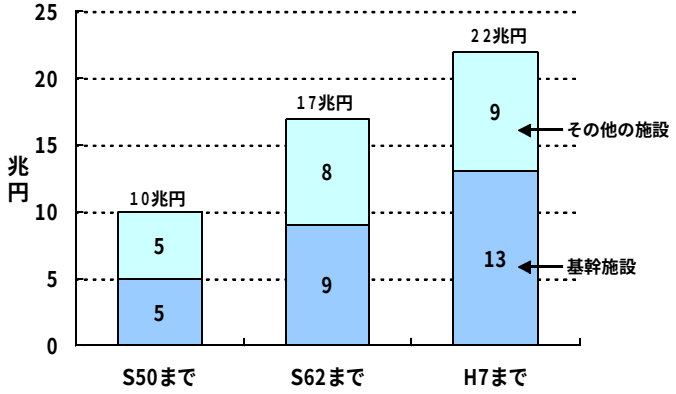


③かんがい施設の老朽化

○水田等へ水をかんがいするために築き上げられてきた農業用ダムや水路等多くのかんがい施設は、平成７年時点の再建設費ベースで約22兆円のストックが形成され、農業生産のみならず、流域の水循環、生態系の保全等に貢献している。

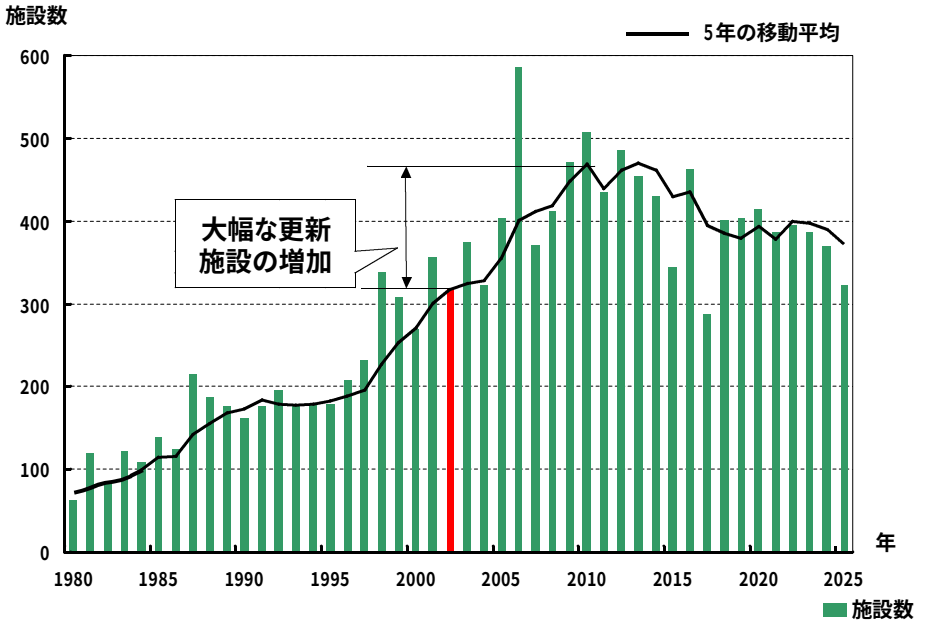
○しかし、これらのかんがい施設については、今後、耐用年数の経過により順次更新時期を迎える施設が増加すると見込まれ、現施設を適切に管理し、次世代に承継するため、効率的な保全と更新が必要である。

○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。

○耐用年数の経過により更新時期を迎える施設数



資料：平成７年（1995年）構造改善局地域計画課調べ

④農業の有する多面的機能に対する認識

○農業には食料を供給する役割の他に、国土保全や景観形成等、環境に貢献する役割を有している。こうした農業の有する多面的機能は、自然と調和した農業生産活動が持続的に行われることにより発揮される価値である。

○また、こうした多面的機能は、水田における稲作を中心に発展してきた我が国農業形態と密接に関連したものであり、水循環の一過程として、農業用水が果たしてきた役割は大きい。

・農業用水を利用して適切な農業生産活動が行われることにより生じる多面的機能は多岐にわたっており、その実態の解明と経済的評価手法の確立等に向けた調査検討が課題となっている。
・日本学術会議の答申では、我が国の農業の有する多面的機能の具体的内容が示された。

日本学術会議の答申で示された農業の多面的機能[1)]

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、土壌侵食(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

・また、答申には、多面的機能の一部について、日本学術会議の議論を踏まえ（株）三菱総合研究所が試算した定量的評価結果も盛り込まれた。

農業の多面的機能の貨幣評価[2)]

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が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等から、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は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においての数字であり試算の範疇をでるものではなく、その適用に当たっては細心の注意が必要である。

資料：1）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）」（13年11月）
　　2)（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な機能の評価に関する調査研究報告書」（13年11月）