

2016年9月3日
雲南談話会

「中国の水資源・水環境をめぐって」 ー沿岸部と内陸部の対比からー

窪田 順平

(総合地球環境学研究所)



Research Institute for Humanity and Nature (RIHN), Kyoto, Japan



自己紹介



• 元々の専門は、「森林水文学」

ー森林(植生)の水循環における役割

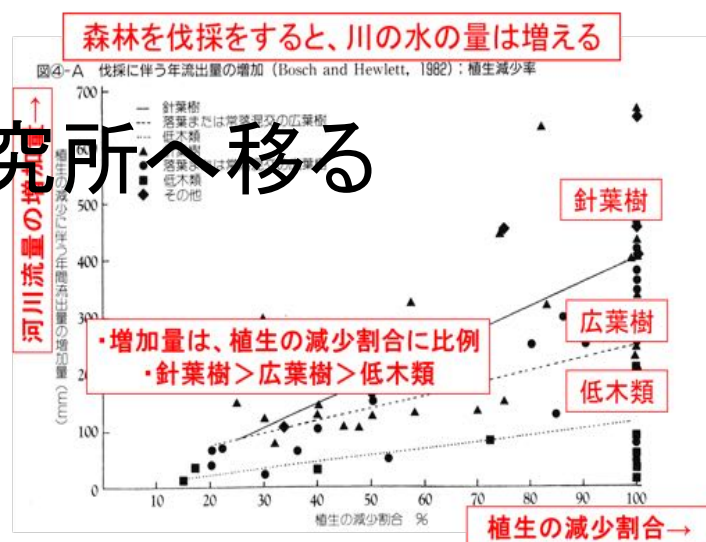
✓ 森林を伐採すると河川の水の量や質にどんな影響がでるか？

ー日本で山の森林を伐採すると、川の水量はどう変化する？

✓ 森林と地球環境：森林と気候の相互作用

ー気候によって植生が決まる？

• 2001年に総合地球環境学研究所へ移る



主な海外調査等

- 1987 AACK/同志社/中国 ナムナニ遠征
- 1988～1989 インドネシア・メラピ火山(火山砂防、山体地下水)
- 1990 江西省森林水文調査
- 1992～1993 青藏高原(CREQ、大気陸面過程)
- 1994～1996 ネパール・ランタン氷河(CREH、氷河水文)
- 1995～2000 GAME-Siberia シベリア・レナ川流域(大気陸面過程)

- 2001～2006 中国・黒河流域(地球研・オアシスプロジェクト)
- 2007～2012 中央アジア・イリ河/アラル海流域(地球研・イリプロジェクト)
内モンゴル、陝西、江蘇、雲南等踏査
- 2013～2015 インドネシア、トルコ(地球研・水土の知プロジェクト)

- 現在:太湖流域の総合的水資源・水環境管理の日中共同調査

- Curiosity-drivenからIssue-drivenへ
- 最先端から(問題の)最前線の研究へ
- 水文過程だけでなく、人間(社会)と水循環の相互作用の理解へ
- 研究者の立ち位置
(1)発見・指摘、(2)社会提言、(3)協働

中国の水資源、水環境

- 中国の年平均降雨量: 645mm
日本: 1,668mmの1/3 (cf. 世界平均: 807mm)
 - 一人当たりの水資源量: 約2,000m³、世界平均の1/4
cf. 国連開発計画(UNDP)「Human Development Report 2006」
 - < 1,700m³: 「水ストレス状態」
 - < 1,000m³: 「水不足」
 - < 500m³: 「絶対的な水不足」
 - 深刻化する河川、湖沼、地下水の水汚染(ストック型汚染)
- 黄河断流(1997)、揚子江大洪水(1998)
 - 松花江化学工場汚染事故(2005)
 - 太湖のアオコ大発生(2007)
 - 雲南大干ばつ(2010-2011)

世界の水資源と中国、日本

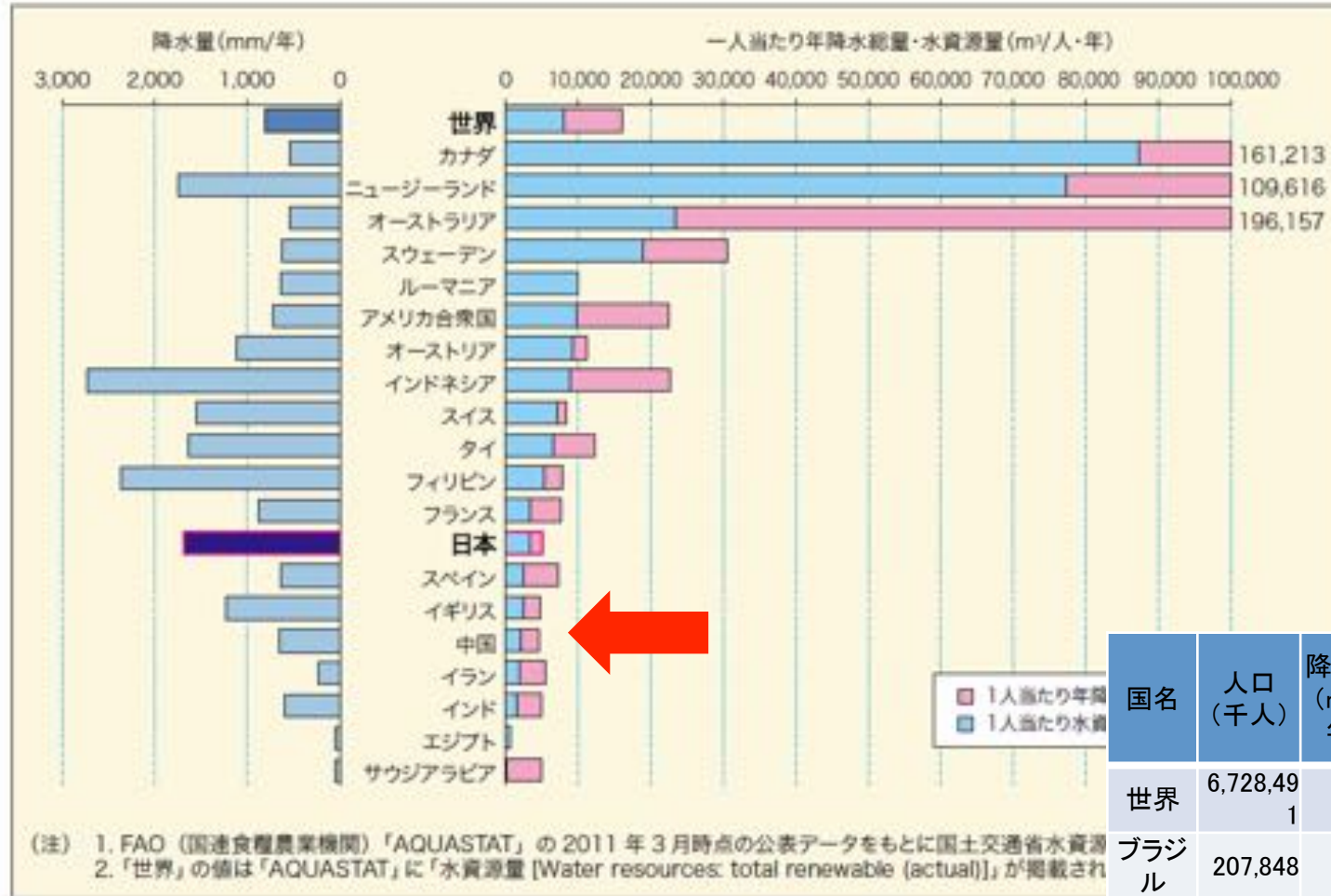


図1-2-1: 世界各國の降水量等

国土交通省: 日本の水資源(2016)

国名	人口 (千人)	降水量 (mm/年)	水資源 賦存量 (兆m³/ 年)	1人当たり 水資源賦 存量(兆 m³/年)
世界	6,728,491	807	53.7	7,979
ブラジル	207,848	1,761	8.6	41,603
ロシア	143,457	460	4.5	31,543
アメリカ	321,774	715	3.1	9,538
カナダ	35,940	537	2.9	80,746
中国	1,407,306	645	2.8	2,018
日本	126,573	1,668	0.4	3,397

中国の年降水量の分布



中国の水ストレスの分布

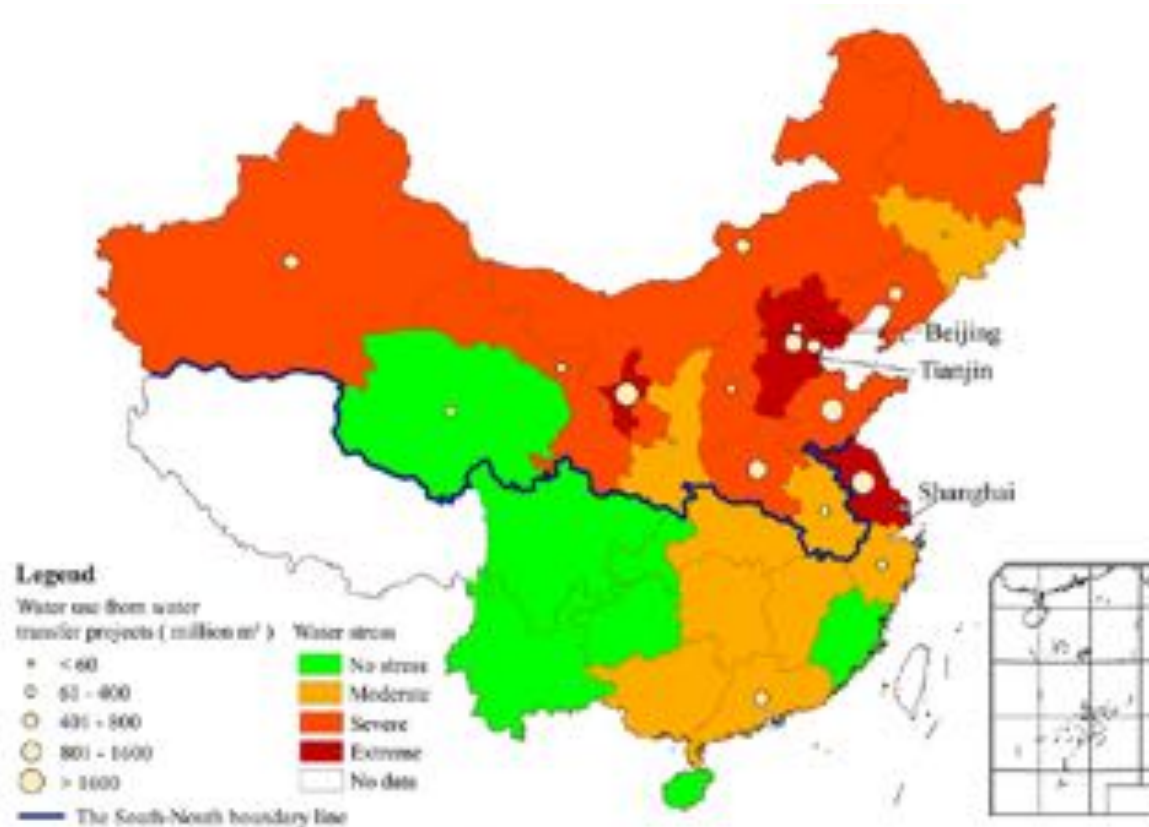
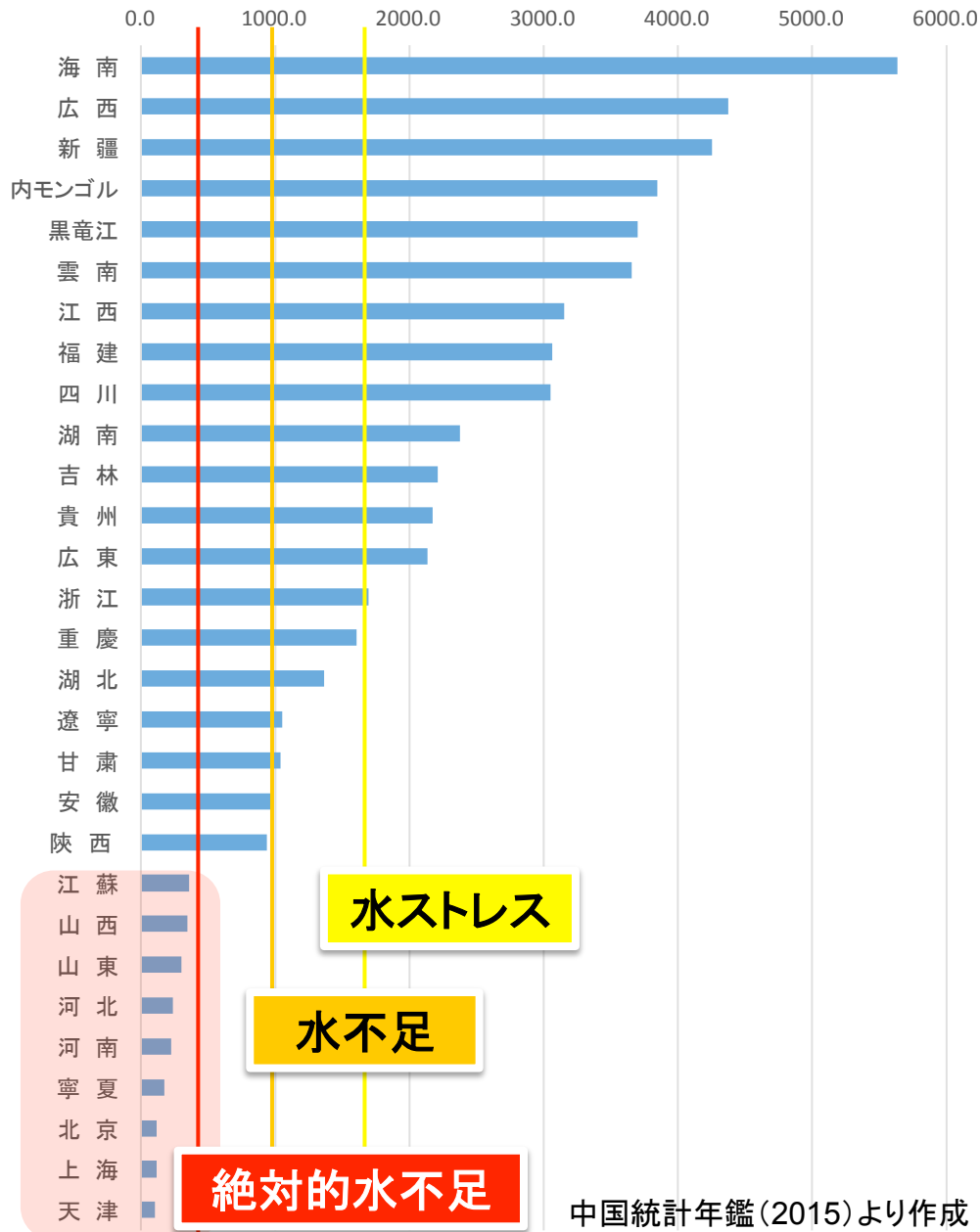


Fig. 1. Water stress evaluation of China's provinces (2007 baseline). The color coding of the regions distinguishes between moderate water stress, severe water stress, extreme water stress, and no water stress. The size of the dots reflects the amount of physical water transfer, and the color code reflects the extent of water stress. The south-north boundary line for provinces was drawn based on an acknowledged south-north dividing line (35).

Xu Zhaoa, Junguo Liua, Qingying Liua, Martin R. Tillotsonb, Dabo Guanc, and Klaus Hubacekd
Physical and virtual water transfers for regional water stress alleviation in China
PNAS January 27, 2015 vol. 112 no. 4 1031–1035

中国の省別の1人当たり水資源賦存量 (m3/人、2013年)



中国統計年鑑(2015)より作成



<http://www.zenshin.org/zh/ilm/2014/01/i04490301.html>

天津、上海、北京、寧夏、
河南、河北、山東、山西、
江蘇は「絶対的水不足」
状態

中国の水の危機？

- 中国の水の危機

中国は「水不足」か？

深刻な汚染の解決の道は？

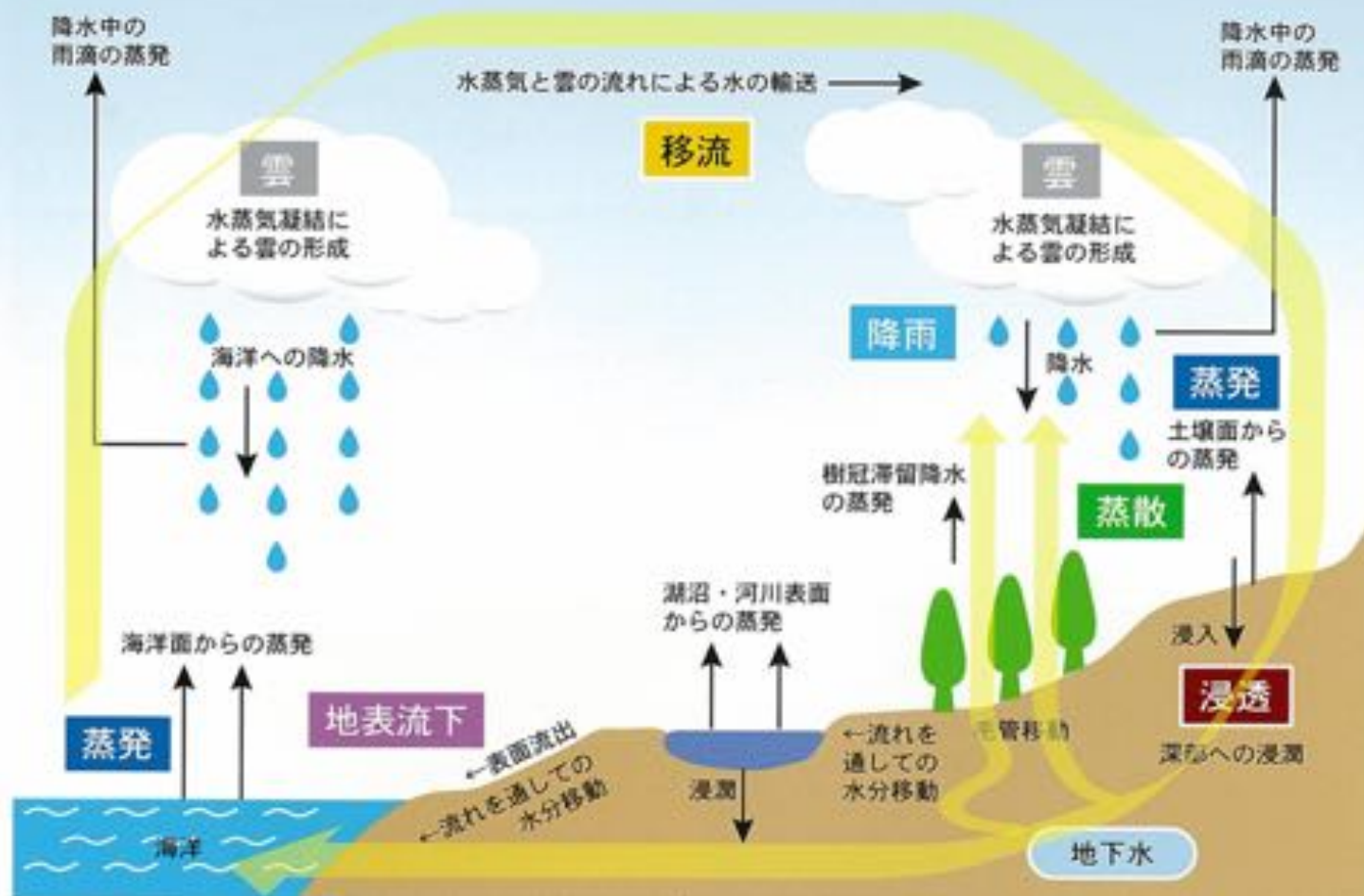
- 二つの視点

1. 多様な水の働き:「ネクサス(連環)」、Water Footprint
2. ハード vs ソフト:「水の管理」

今日の内容:

1. 資源としての水の特徴
2. 中国の水問題:概要
 - 1) 利用の実態、現状
 - 2) 深刻化する水汚染
4. 各地域の事例から
 - 1) 甘粛・黒河流域(農業の水利用効率向上)
 - 2) 太湖の水汚染

地球上の水循環



水の量をめぐって

人体の60～70%

水のストック

地球上の水:
海水:97%
淡水:3%

淡水の内訳:
雪氷:2.2%
河川水、地下水、湖などは
1%以下

1. 水は循環する資源
2. 地球上に存在する淡水は3%以下
3. 人が資源として使うのはストックではなく、フローの部分

偏在する水資源



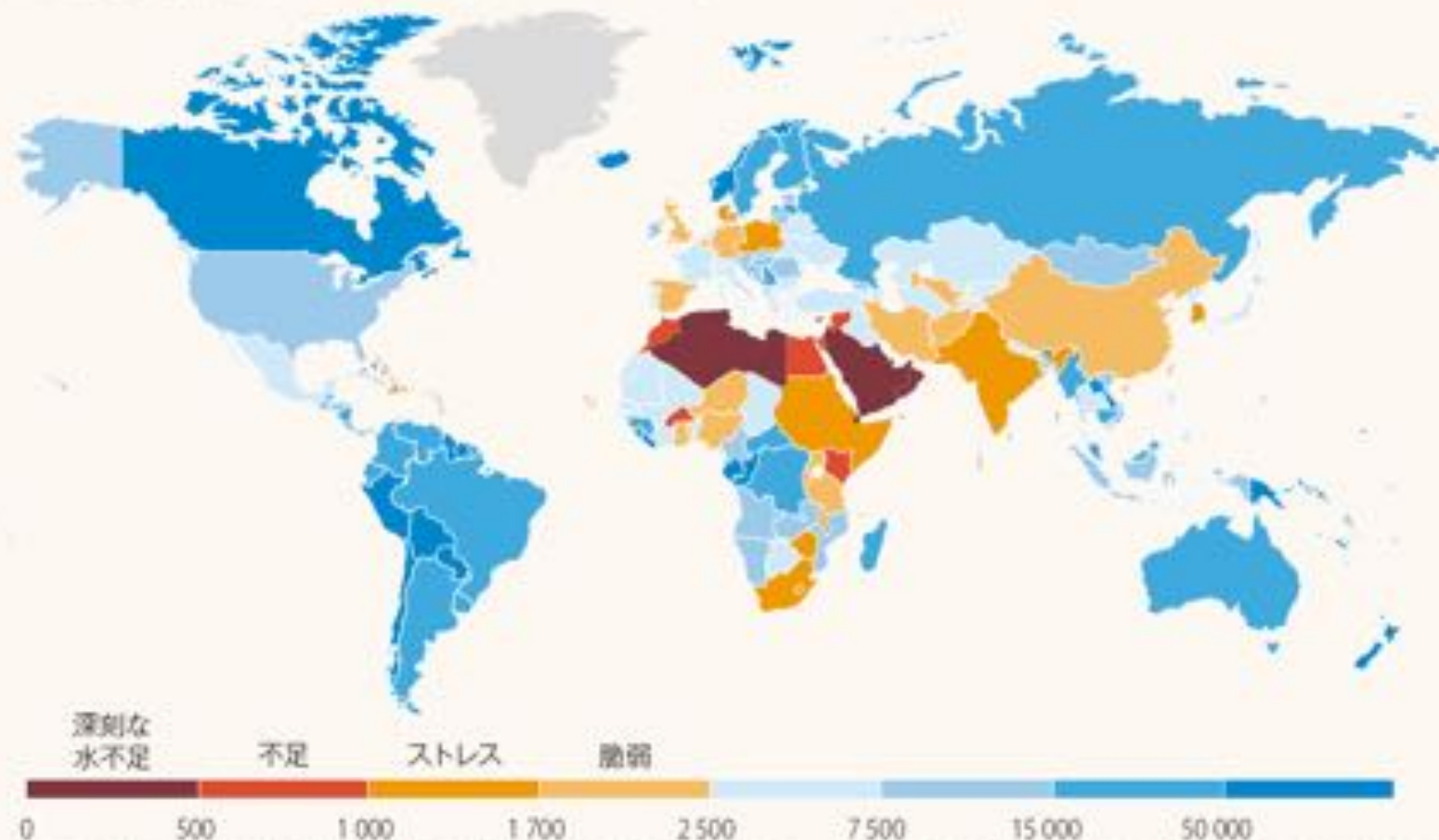
	再生可能水資源量 (km ³)
アフリカ	3936
アジア	11594
南米	13477
中米	93
北米	6253
オセアニア	1703
ヨーロッパ	6603
世界平均	43659

UNEP(2003)、農水省HP

世界の水ストレス分布

図2

再生可能な水資源量(1人当たり年間(mi)、2011年)



出典：世界水アセスメント計画(WWAP)、国連食糧農業機関(FAO)のデータベースAQUASTATからのデータで作成(アンドラとセルビア(外部データ)を除く全ての国のデータを集約)(2013年10月にウェブサイトアクセス)、及びUN-Waterカテゴリー境界値を使用。

グローバルな水収支

Global water use

降水

森林や草原、
放牧地など
からの蒸発
散

わずか 8%!

天水農地か
らの蒸発散

灌漑農地か
らの蒸発散

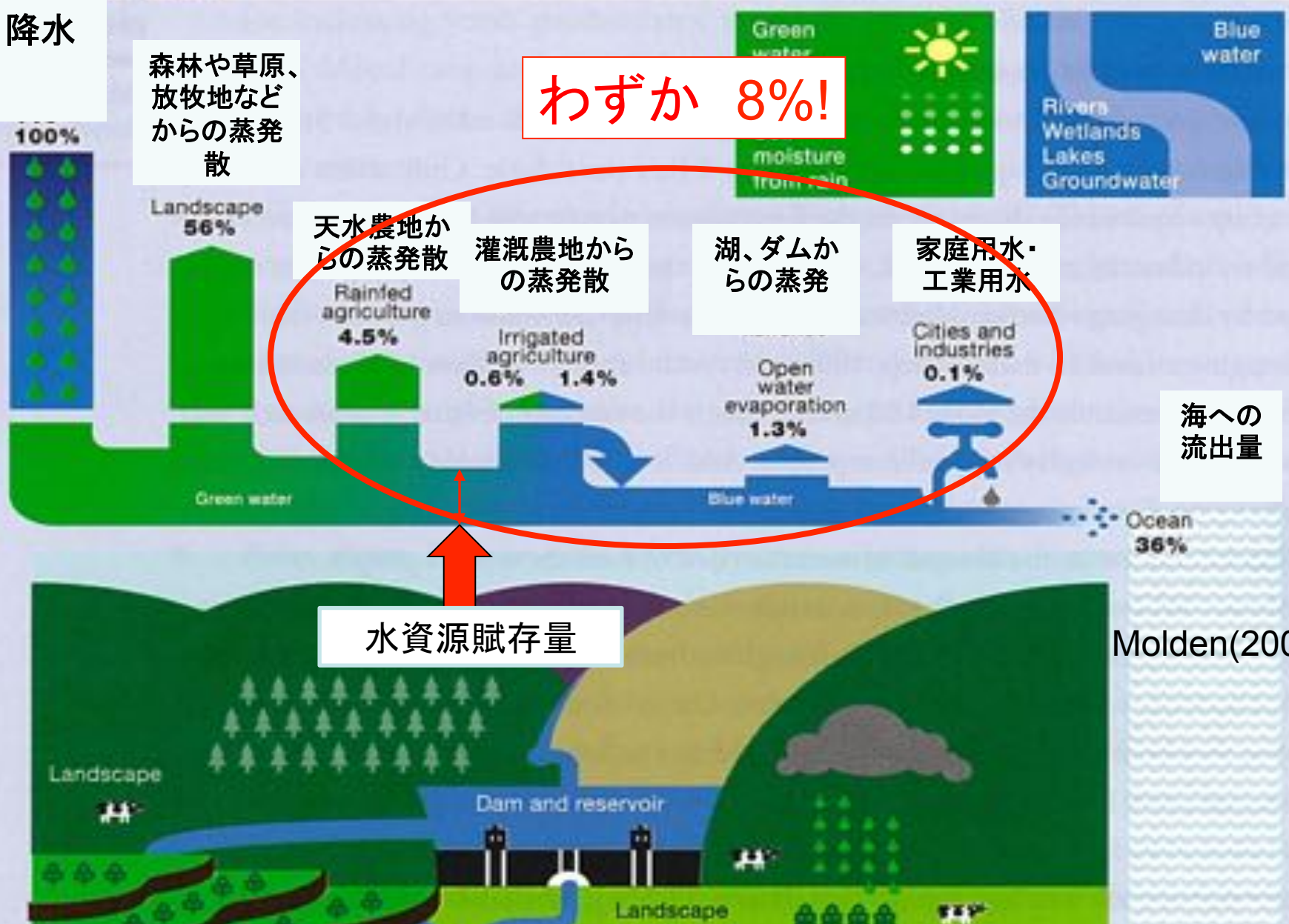
湖、ダムか
らの蒸発

家庭用水・
工業用水

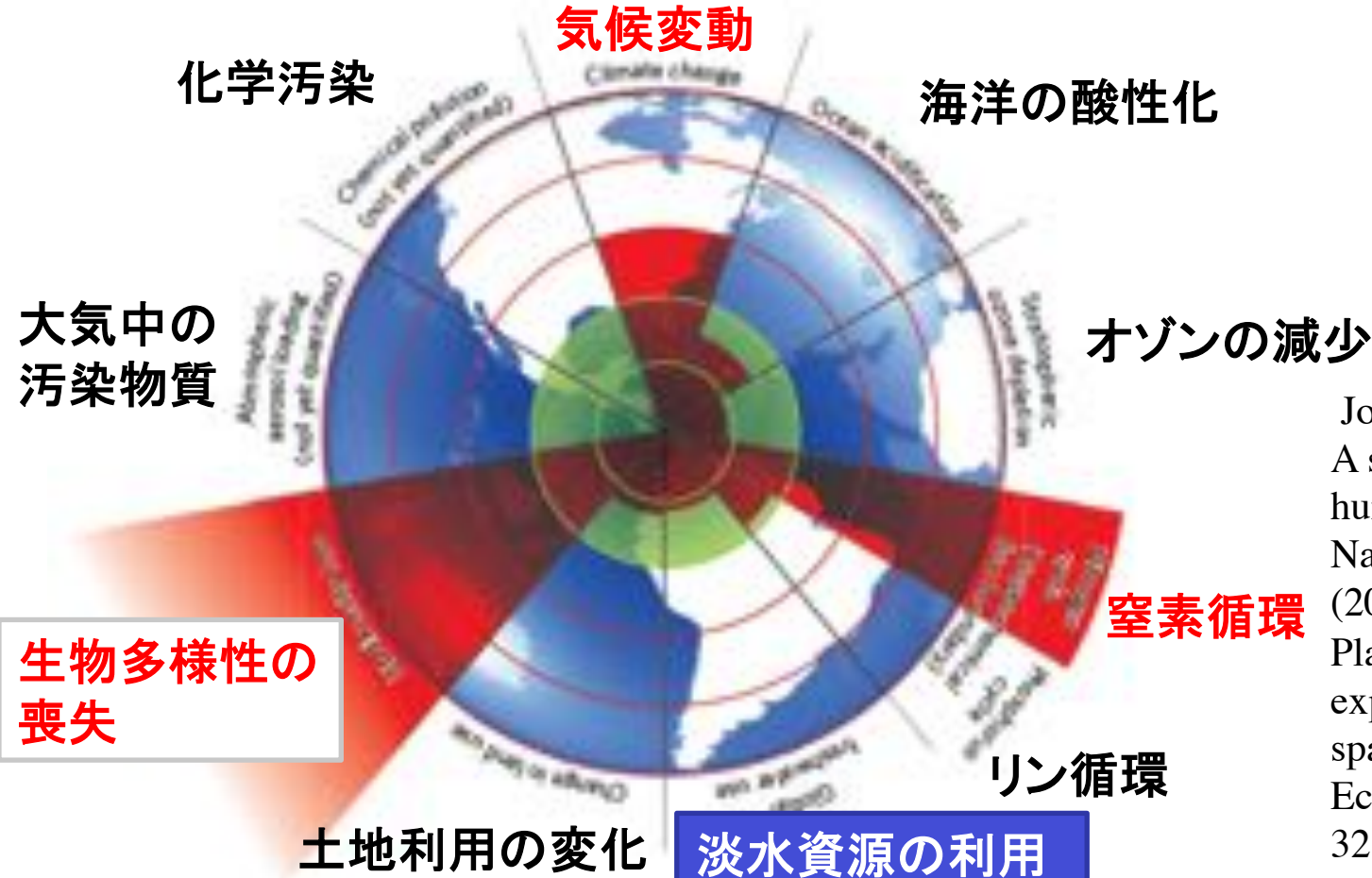
海への
流出量

水資源賦存量

Molden(2007)



Planetary Boundaries (地球の限界)



Johan Rockström et al.,
A safe operating space for
humanity.
Nature 461(24), 472-475
(2009)

Planetary boundaries:
exploring the safe operating
space for humanity.
Ecology and Society 14(2),
32 (2009)

人類が現在の社会経済的发展を維持するためには、どの程度の地球環境変化が許容されるのか。「地球の限界」(planetary boundaries)の内側であれば、地球システムが自らの回復力 (resilience) によって基本的な機能を維持できる、いわば「人類が安全に活動できる領域 (a safe operating space for humanity)」である。

資源としての「水」の特徴

1) 人間を含む生命の維持に必須

→ 人間の利用よりも自然生態系(森林など)に必要

2) 人間もさまざまな利用

→ 大部分が農業(食糧)生産に利用される

3) 循環型の資源である

無限の資源、ただし化石(非循環)地下水を除く

4) 単価が安い

5) 使うと「汚れる」

6) 必要な時に必要な場所に必要な量と質がなければ価値がない
多すぎる水、少なすぎる水

・「単価が安い」という特徴は、「貯蔵したり運搬にコストをかけることができない」ということを意味する。

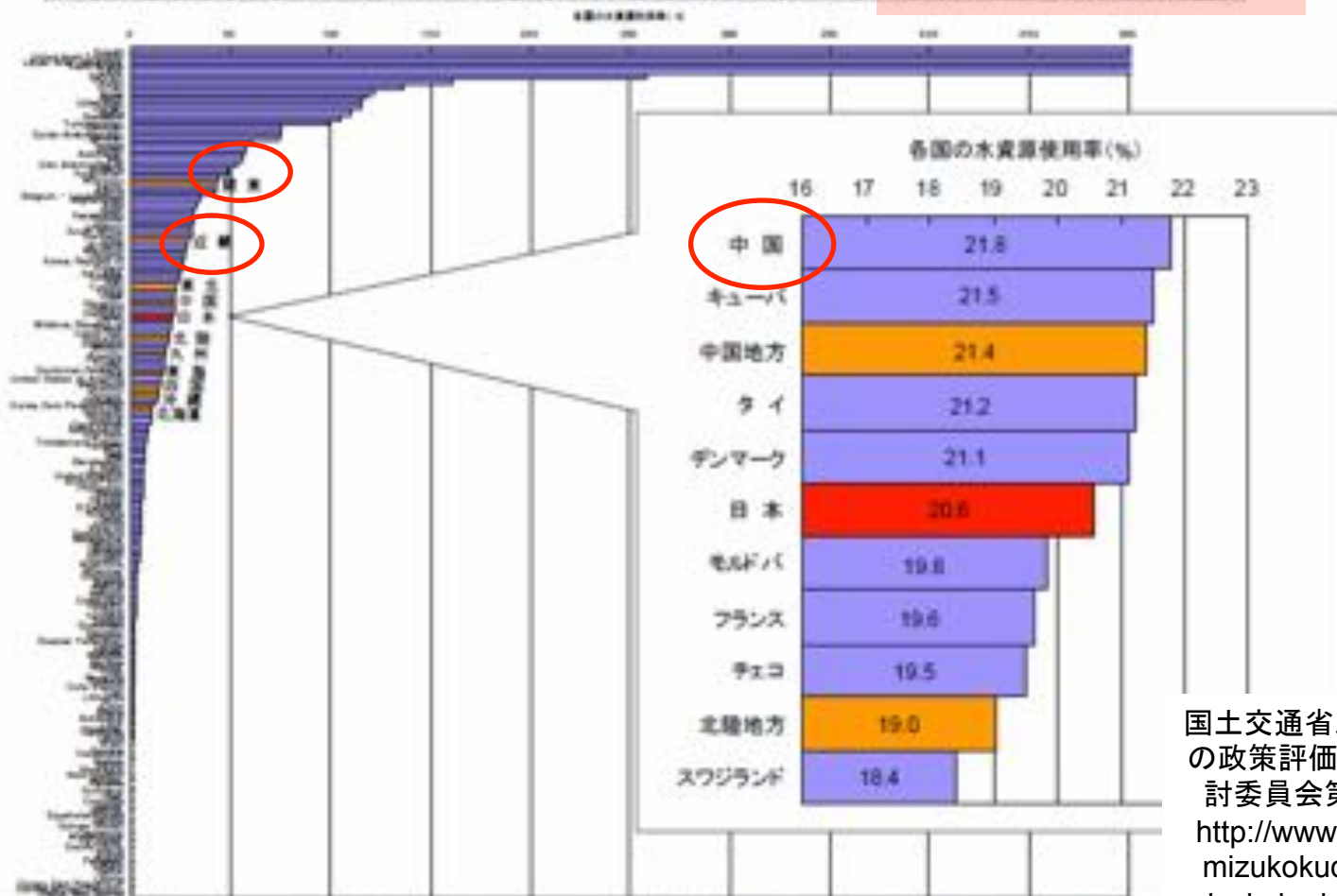
・「水が不足する」ということは、「水という物質が足りない」ということではなく、
「安価できれいな淡水が足りない」と考えた方がよい。

世界の水資源利用率

利用可能な水資源量に対してどれだけ使っているのか？

- 156ヶ国のうち、日本の水資源利用率は第49位
- 日本の10地域を加えた166ヶ国及び地域では、関東が第27位、近畿が第38位

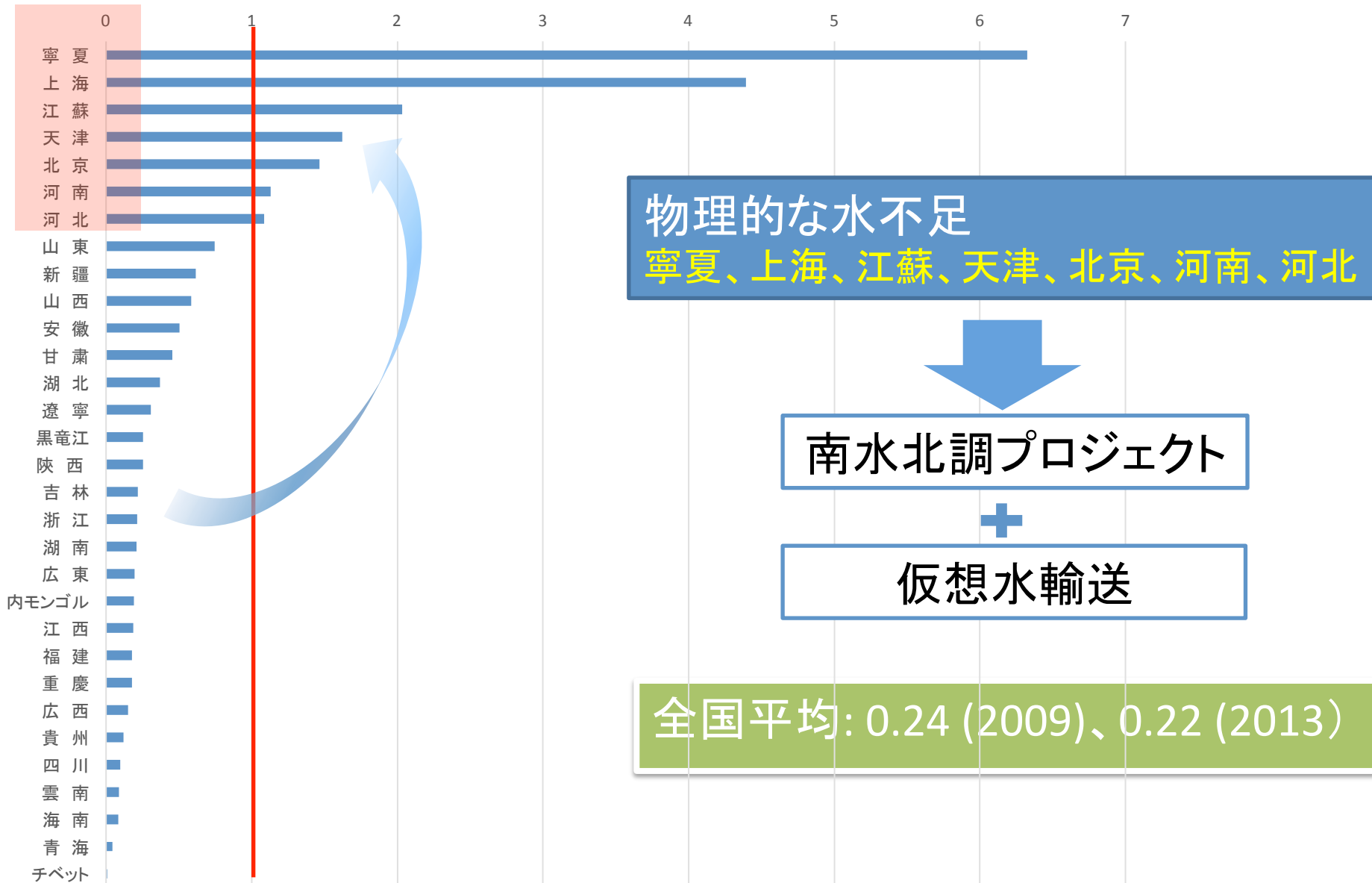
世界各国及び日本の10地域の水資源利用率(使用量/水資源量)



資料: 国連食糧農業機関ウェブサイト「AQUASTAT」、日本各地の水資源量については「平成15年版 日本の水資源」での地域別水資源

国土交通省水資源政策
の政策評価に関する検
討委員会第1回資料
[http://www.mlit.go.jp/
mizukokudo/mizsei/
mizukokudo_mizsei_tk
1_000043.html](http://www.mlit.go.jp/mizukokudo/mizsei/mizukokudo_mizsei_tk1_000043.html)

中国各省の水資源利用率



農業、工業、生活用水：何で水を使っているか？

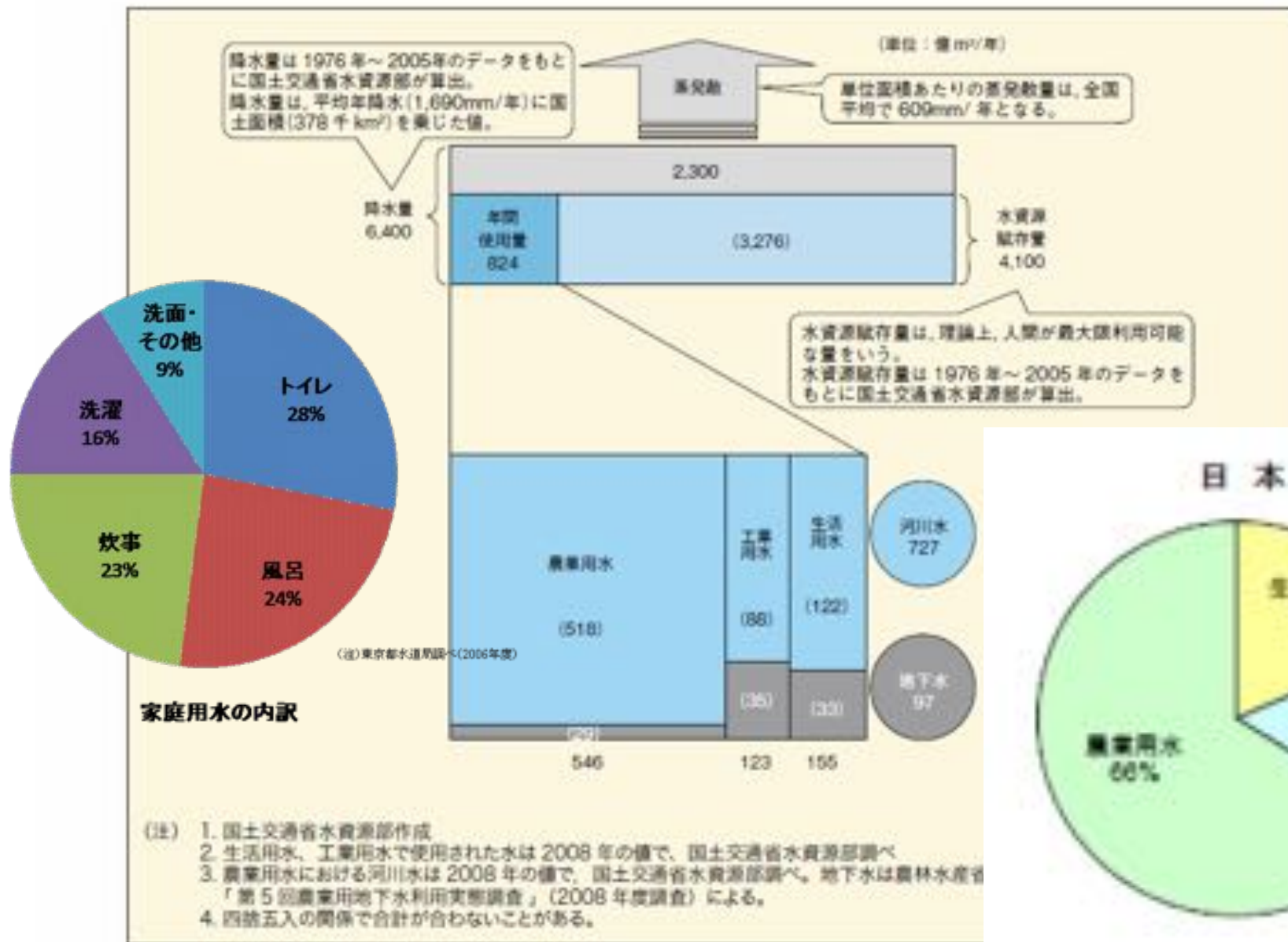


図1-3-1：日本の水資源賦存量と使用量

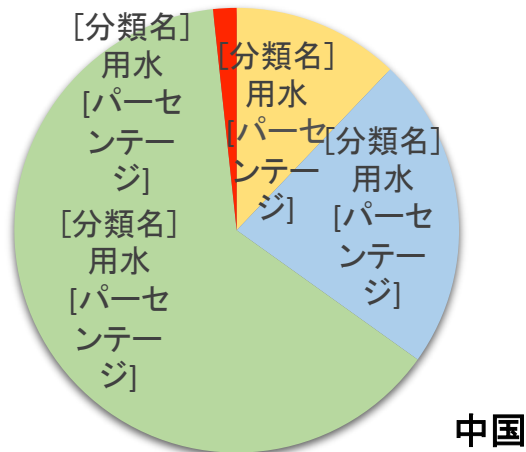
国土交通省：日本の水資源

http://www.mlit.go.jp/mizukokudo/mizsei/mizukokudo_mizsei_tk2_000012.html

世界の地域別・用途別水利用の現状

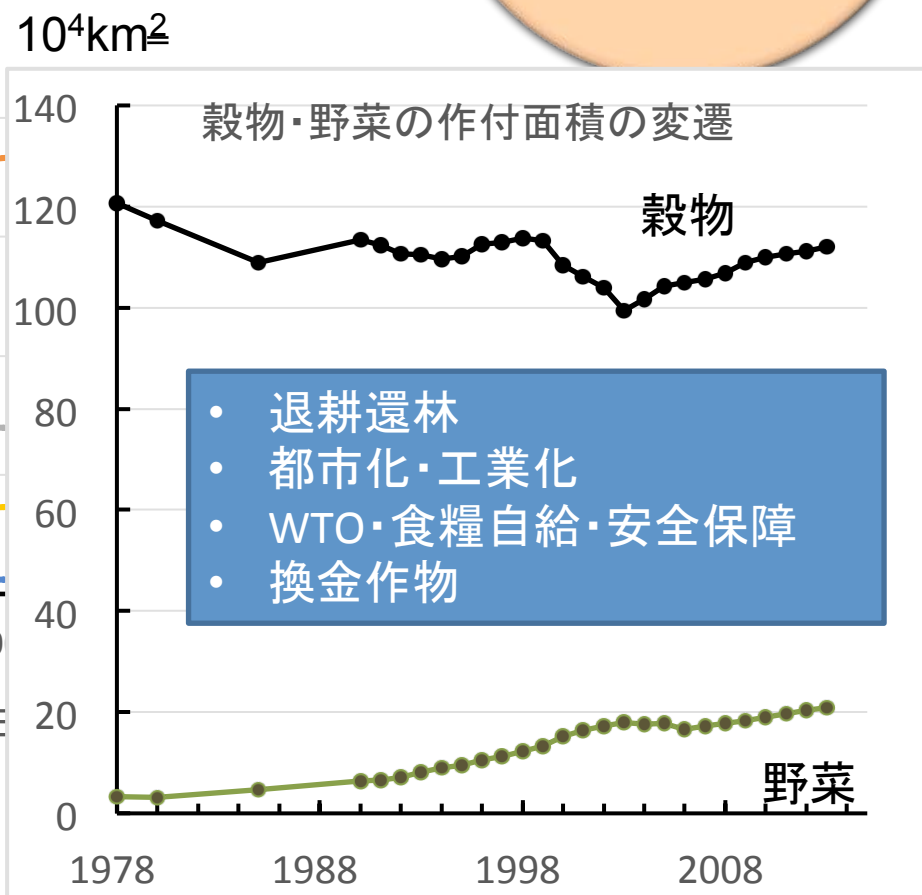
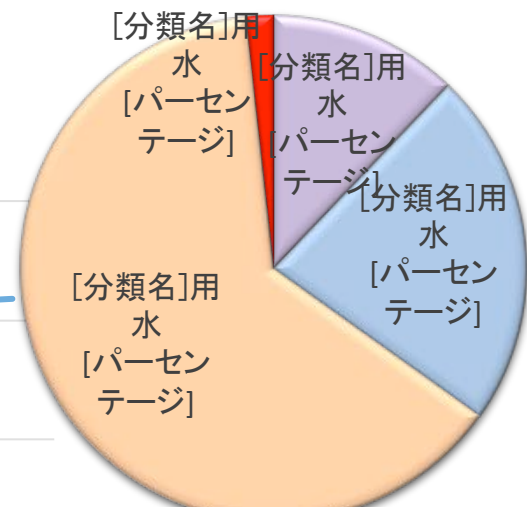
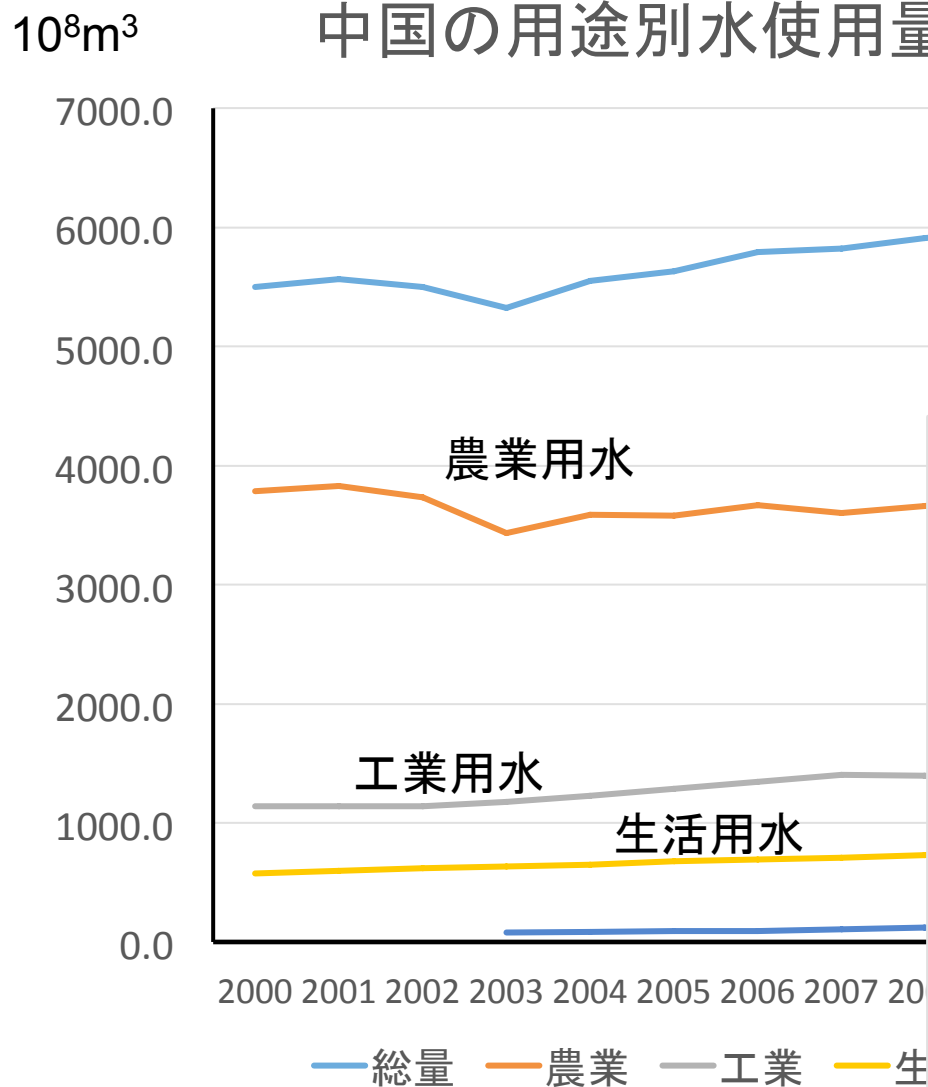
地域ごとにバラツキがみられる

成、世界全体及び日本の用途別水利用の割合



資料:国土交通省水資源部「平成15年版 日本の水資源」

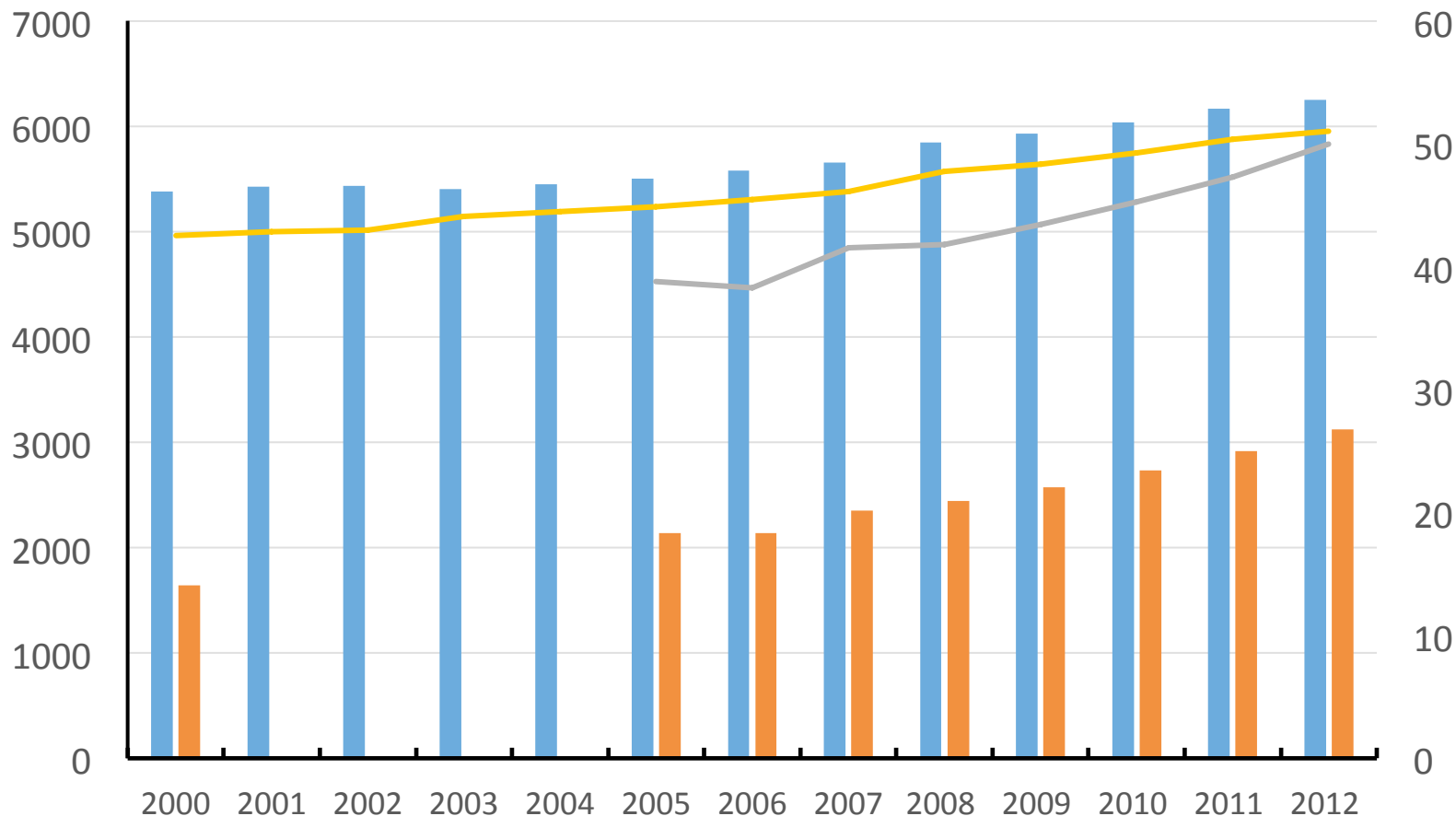
中国の用途別水使用量の変化



農業セクターにおける灌漑への取り組み

10⁴ha

%



■ 有効灌漑面積(万ヘクタール) ■ 節水灌漑面積(万ヘクタール)
— 節水灌漑面積率(%) — 灌漑面積率(%)

農畜産物1kgを生産するのに必要な水の量

農産物名	水量
米	3.6トン
大麦	2.6トン
小麦	2.0トン
トウモロコシ	1.9トン
大豆	2.5トン
牛肉	20.6トン
豚肉	5.9トン
鶏肉	4.5トン
卵	3.2トン

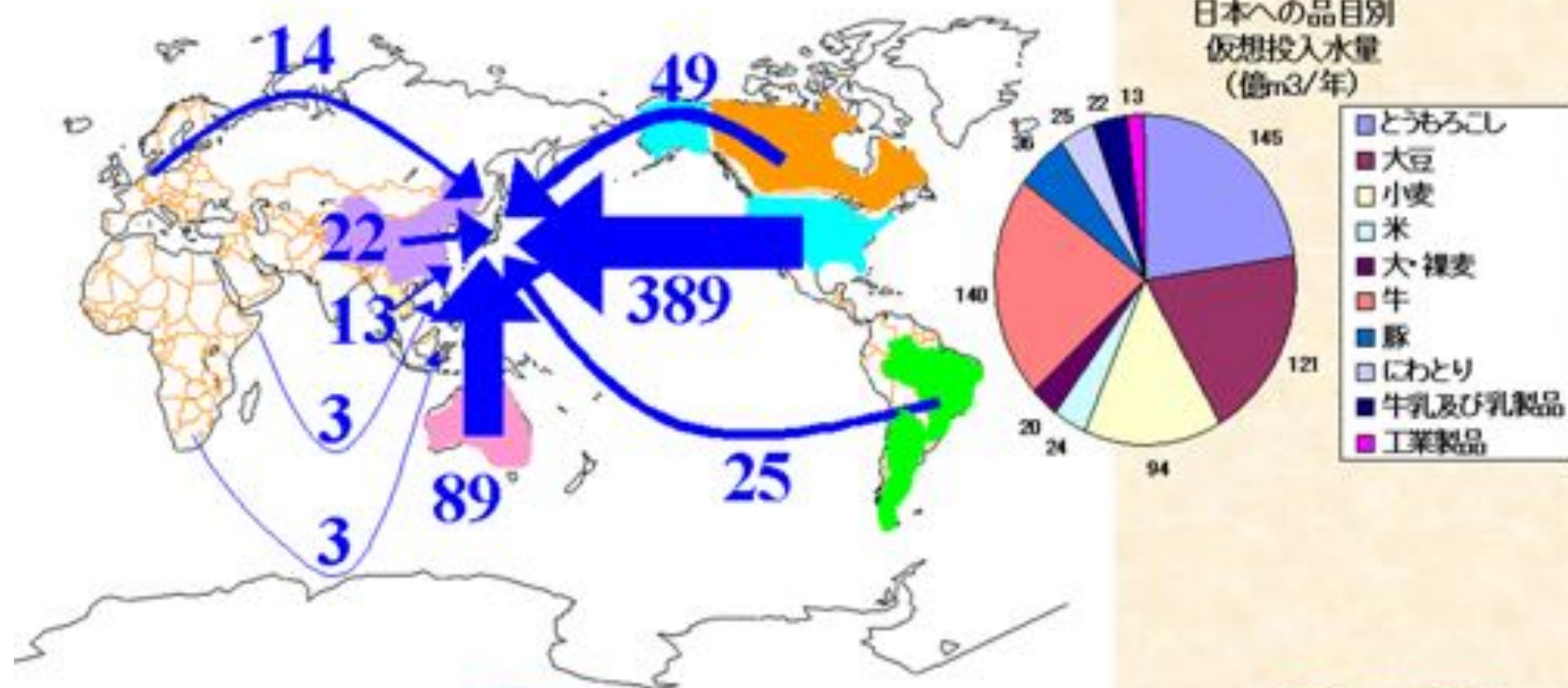
水の利用量の割合

農業：64%、工業：16%、生活用水：10%

日本でも世界でも割合は同じ。農業が多い。

日本の仮想投入水総輸入量

その他:33



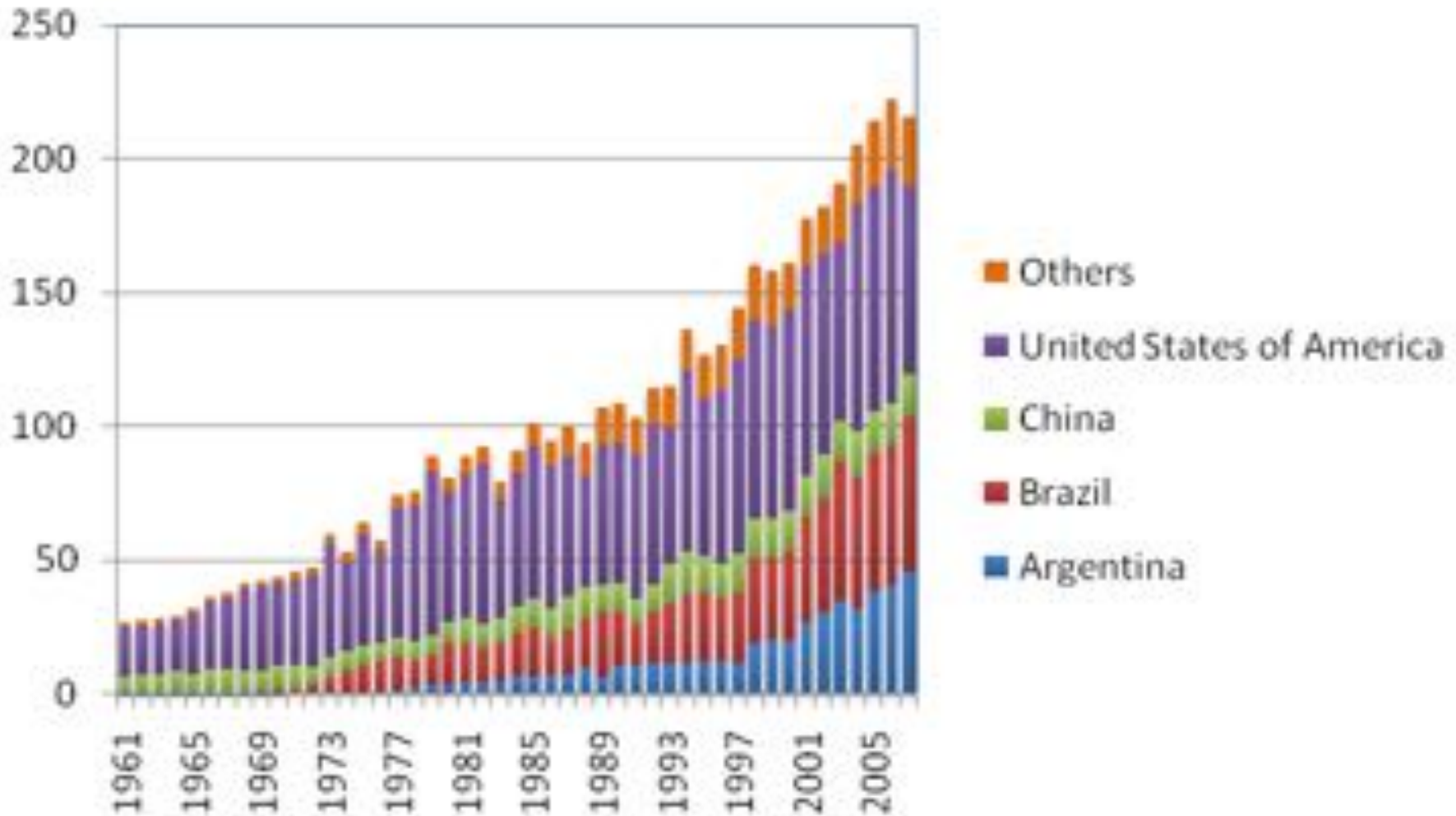
総輸入量: 640億m³/年

日本国内の年間灌漑用水使用量: 590億m³/年

(日本の単位収量、2000年度に対する食糧需給表の統計値より)

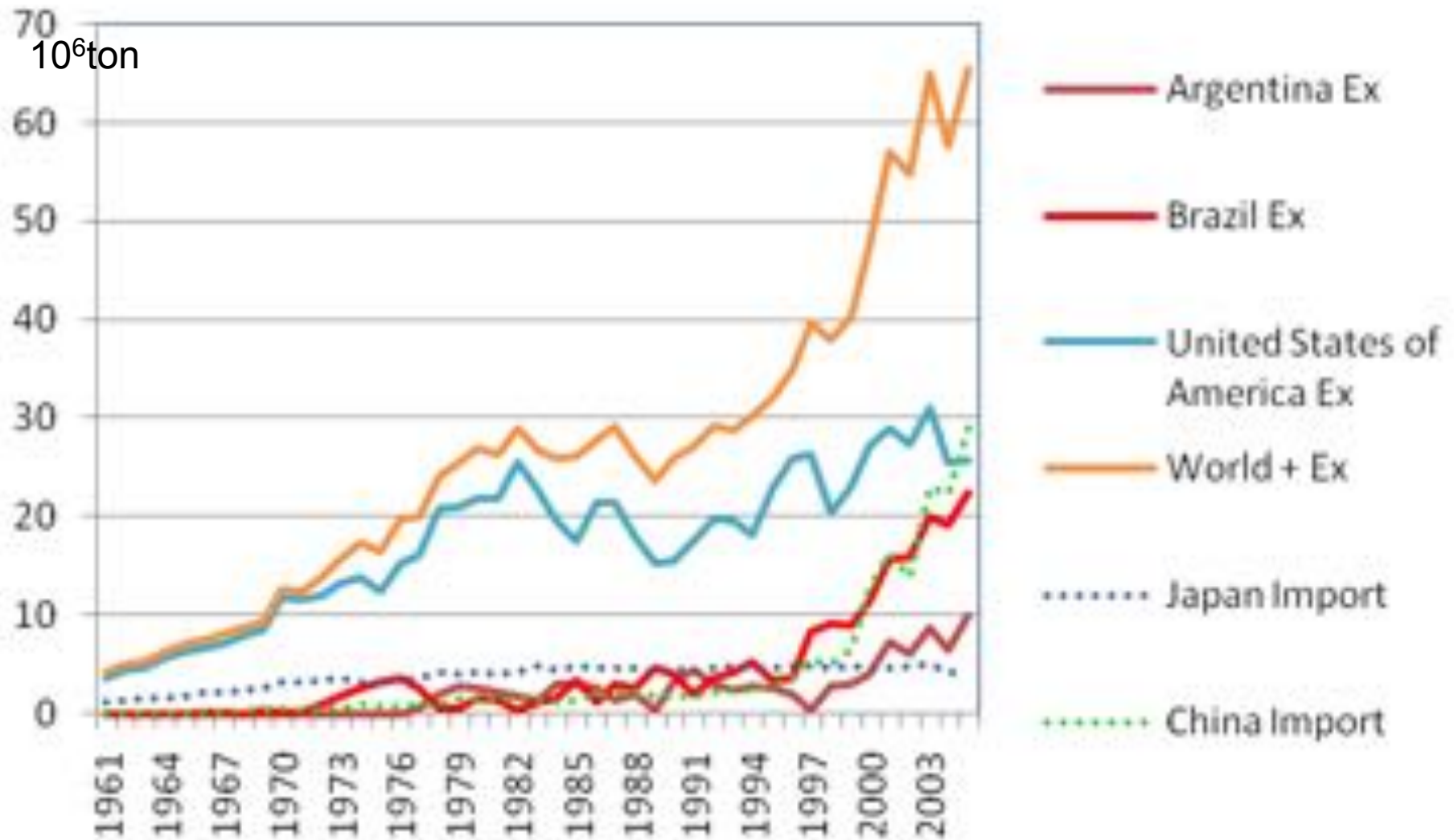
大豆の生産量の推移

10⁶ton



大豆生産・輸出国としてブラジル、アルゼンチンが台頭

大豆の輸出入の推移



王(2011)
ブラジルは大豆輸出国としてアメリカと肩を並べる
中国の輸入量は流通量の約半分

Source: FAOSTAT

中国国内の仮想水の動き



Fig. 2. Virtual water balance per economic region and the net direction of virtual water flows (2007 baseline). Only the largest net virtual water flows are shown ($>2 \text{ Gm}^3/\text{y}$).

Xu Zhaoa, Junguo Liua, Qingying Liua, Martin R. Tillotsonb, Dabo Guanc, and Klaus Hubacekd
Physical and virtual water transfers for regional water stress alleviation in China
PNAS January 27, 2015 vol. 112 no. 4 1031–1035

世界各国の仮想水収支

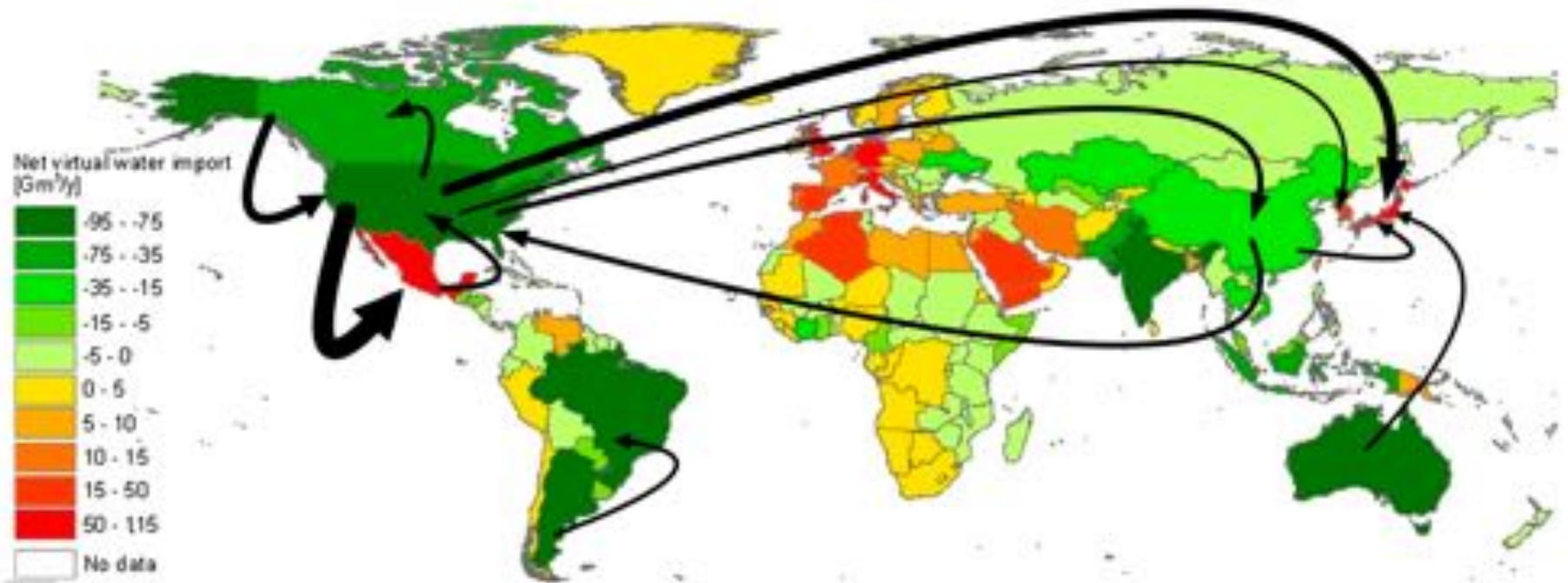


Fig. 2. Virtual water balance per country and direction of gross virtual water flows related to trade in agricultural and industrial products over the period 1996–2005. Only the binnet gross flows (≥ 15 Gm³/y) are shown

- グリーンは、仮想水収支が正、すなわち輸出＞輸入、黄色、赤は負 輸出＜輸入
- 主要な輸出入の経路のみ記載
- **中国: 輸出＞輸入**

Arjen Y. Hoekstra and Mesfin M. Mekonnen (2012) : The water footprint of humanity. PNAS, vol. 109 (9), 3232–3237.

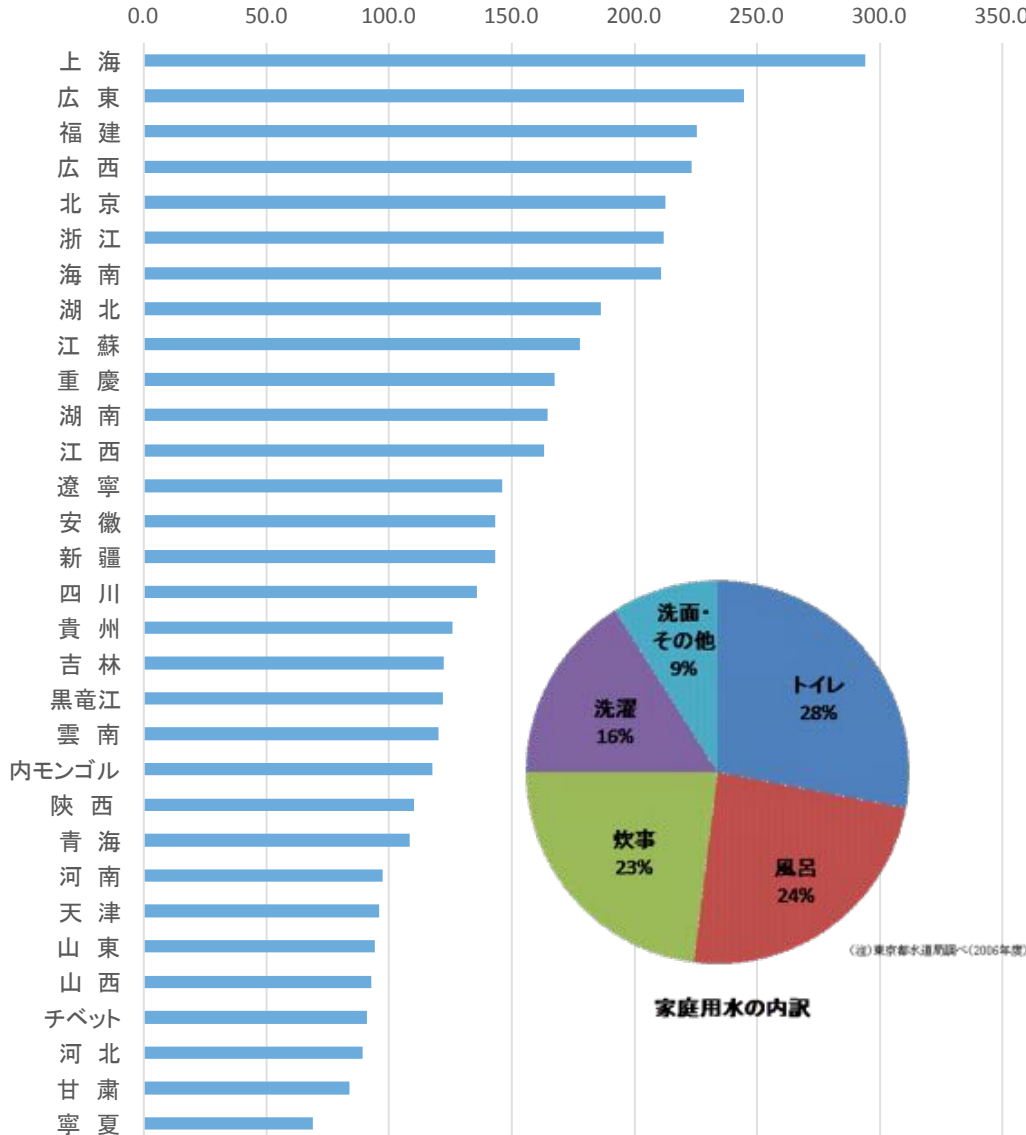
生活用水の動向

1人当たり生活用水使用量

1人当たり年間使用量: 150m³

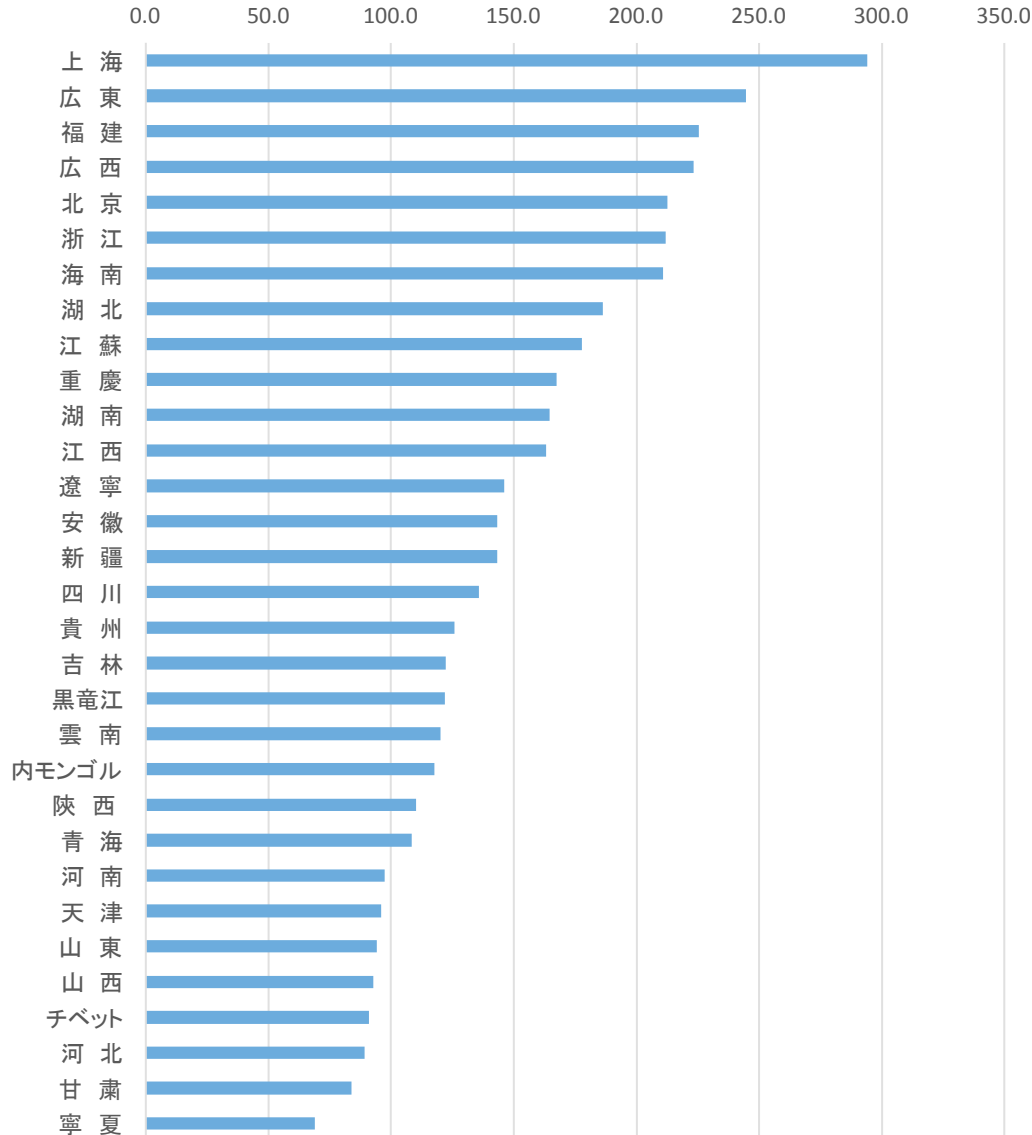
cf 日本: 370m³

先進国で多い生活用水使用量: カナダが801リットル、ニュージーランドの740リットル、アメリカ589リットル、オーストラリア504リットル、日本300リットル



生活用水の動向

1人当たり生活用水使用量



1人当たり年間使用量: 150m³

cf 日本: 370m³

大塚(2012)

都市部の上水道普及率: 90.3%

(2010)、ただし、20%が基準以下

国土交通省(2016)

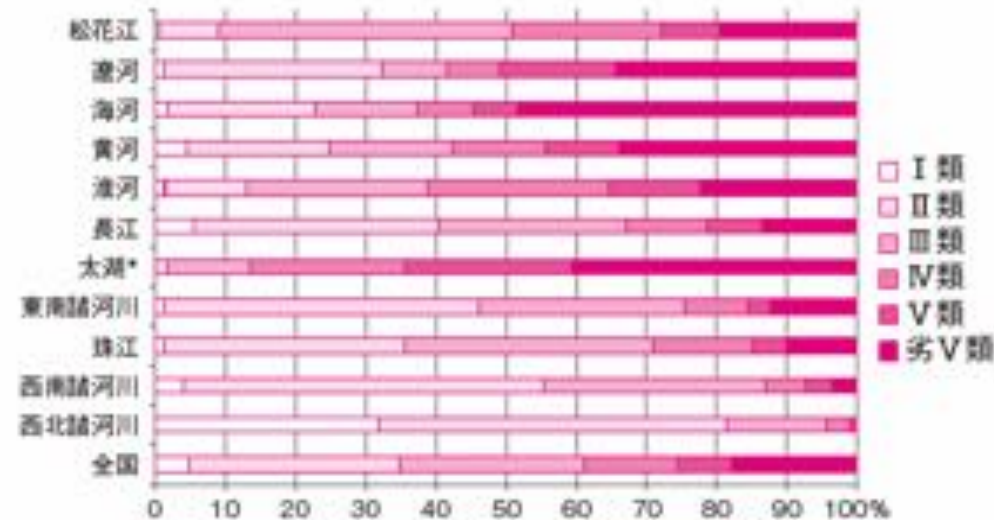
- 改善された水供給へのアクセス率: 91%(都市: 98%)(2010)
- 改善された衛生施設へのアクセス率: 64%(都市: 74%)(2010)

新華社(2016)

- 上水道普及率: 都市部で90%超、農村部で70%超
- 下水道普及率: 都市部では80%超、農村部では30%程度

深刻な水汚染

大塚(2012)

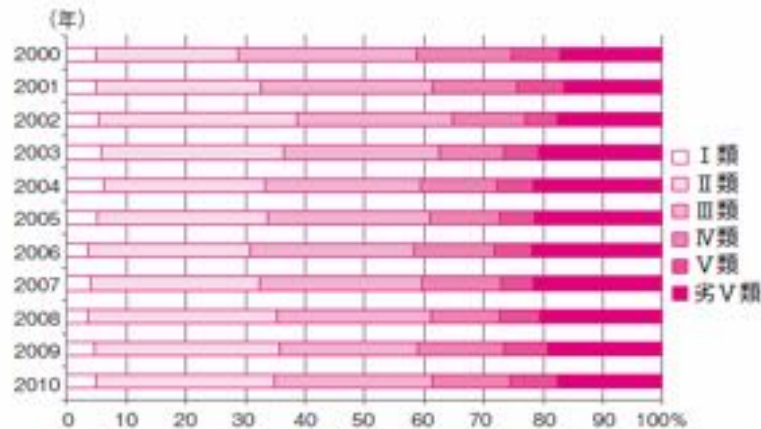


注) I類: 水源または国家自然保護地域、II類: 生活飲用水1級保護地域、III類: 生活飲用水2級保護地域、IV類: 工業用水、V類: 農業用水などに適用

表2 中国の七大河川流域

河川	流域面積 (km ²)	年平均流量 (億m ³)	人口 (億人)	耕地面積 (千ha)	人口密度 (人/km ²)	1人あたり 流量 (m ³ /人)	耕地面積 あたり流量 (m ³ /ha)
松花江	557180	733	0.51	10467	91.5	1437.3	700.3
遼河	228960	126	0.34	4400	148.2	370.6	286.4
海河	263631	288	1.10	11333	417.2	261.8	254.1
黄河	752443	628	0.92	12133	122.3	682.6	517.6
淮河	269283	611	1.42	12333	527.3	430.3	495.4
長江	1808500	9280	3.79	23467	209.6	2448.5	3954.5
珠江	453690	3360	0.82	4667	180.7	4097.6	7199.5

〔中国水利統計年鑑 2011〕より作成。
年平均流量以下、データは50年間の多年平均値



注) I類: 水源または国家自然保護地域、II類: 生活飲用水1級保護地域、III類: 生活飲用水2級保護地域、IV類: 工業用水、V類: 農業用水などに適用

図6 中国の河川流域の水質変化 (2000-2010年)

(水利部「中国水資源質量年報」、「中国水資源公報」各年版より作成。)



図5 中国七大河川流域図

(「中国水文信息网」をもとに作成。)

ウォーターフットプリント(WF): 人間活動による水への負荷の定量化

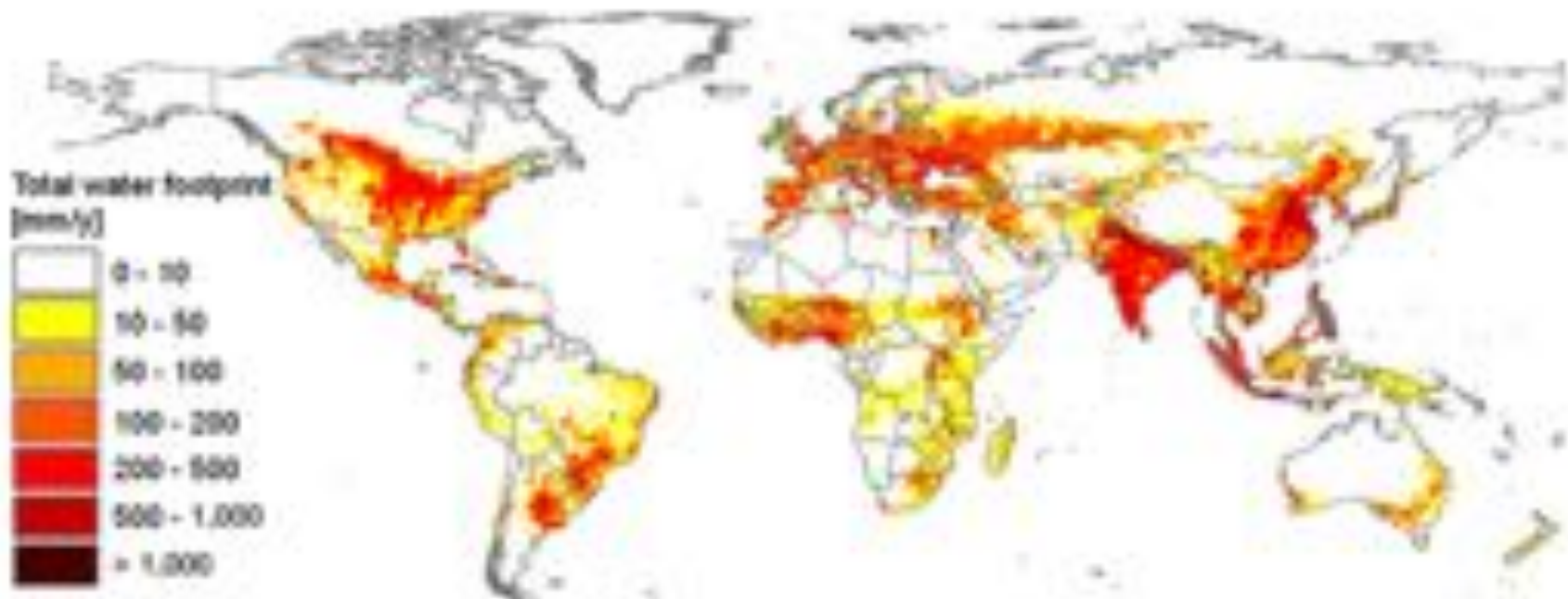


Fig. 1. The water footprint of humanity in the period 1996–2005. The data are shown in millimeter per year on a $5 \times 5^\circ$ grid.

- 汚染も定量化
- 国別の最大のWFは、USA、中国は3位

Arjen Y. Hoekstra¹ and Mesfin M. Mekonnen (2012) : The water footprint of humanity. PNAS, vol. 109 (9), 3232–3237.

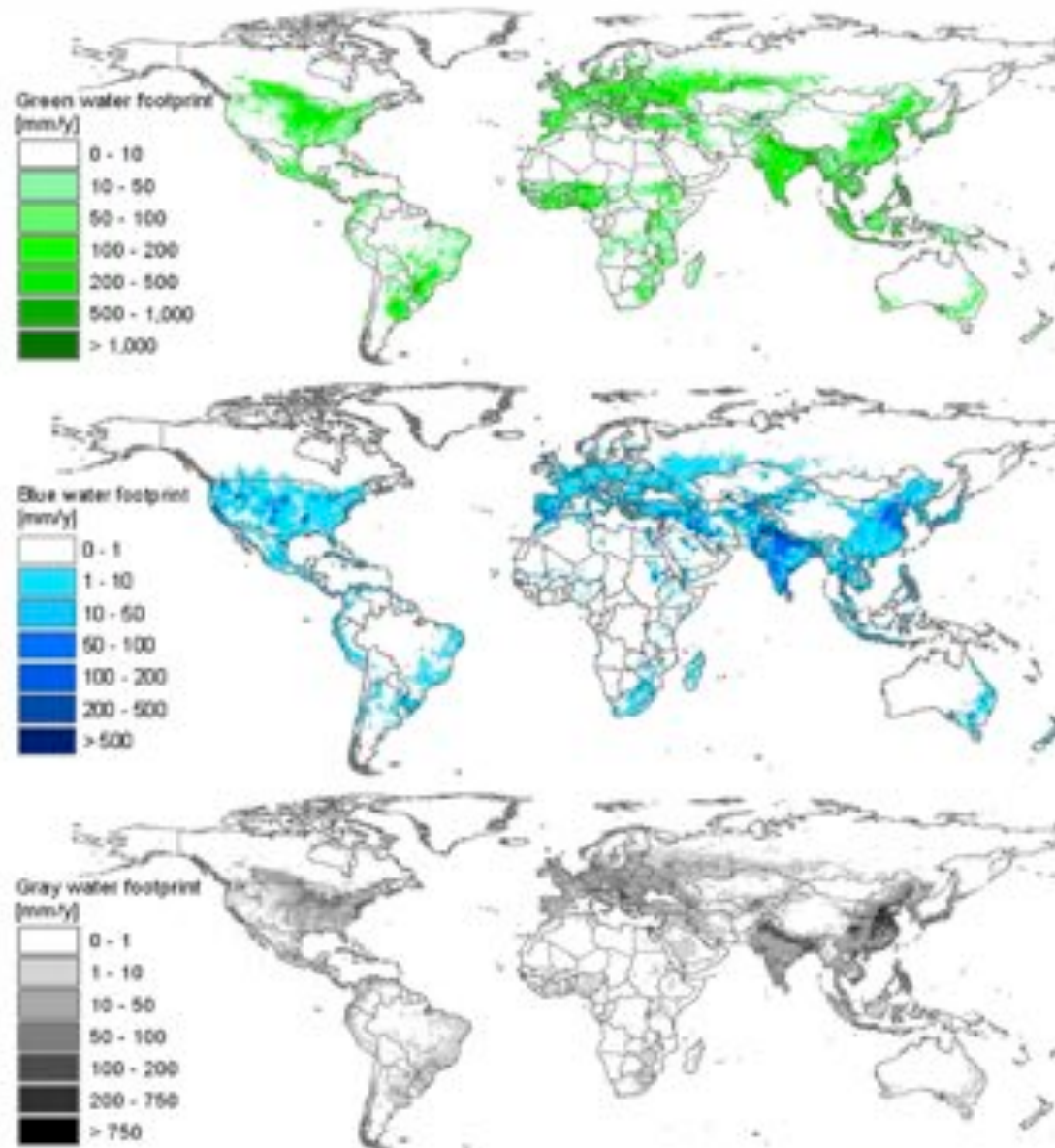


Fig. 52. The green, blue, and gray water footprints within nations in the period 1996–2005. The data are shown in millimeter per year on a 5° x 5° grid. Data per grid cell have been calculated as the water footprint within a grid cell (in cubic meters per year) divided by the area of the grid cell (in 10³ m²).

2000年代の二つの水環境政策の事例

- 甘肅省黒河流域の節水政策（2001～2006）
 - 水利部（中央政府）主導で試行。国家のモデル（試点）事業
 - 西部大開発の一環。農村地域の所得向上、格差解消。
 - 水利権売買、用水戸協会の設立、生態移民。

代替のきかない土地と水：保全と利用をめぐるガバナンス

- 江蘇省太湖流域の浄化への取り組み
 - 「経済的」先進地、江蘇省が主導。
 - 企業の環境情報公開評価に基づく銀行貸付審査
 - COD排出権取引制度
 - 政府、企業、住民によるコミュニティ円卓会議（2008～2010）

環境紛争解決のための新たな取り組み

黒河

青海省、甘肅省、内モンゴル自治
区にまたがる「**跨省**」河川

限られた水資源、古くからのオアシ
ス農業地域、水争いの歴史

下流域（沙漠）

降水量 < 100mm/year

中流域(オアシス農業地域)

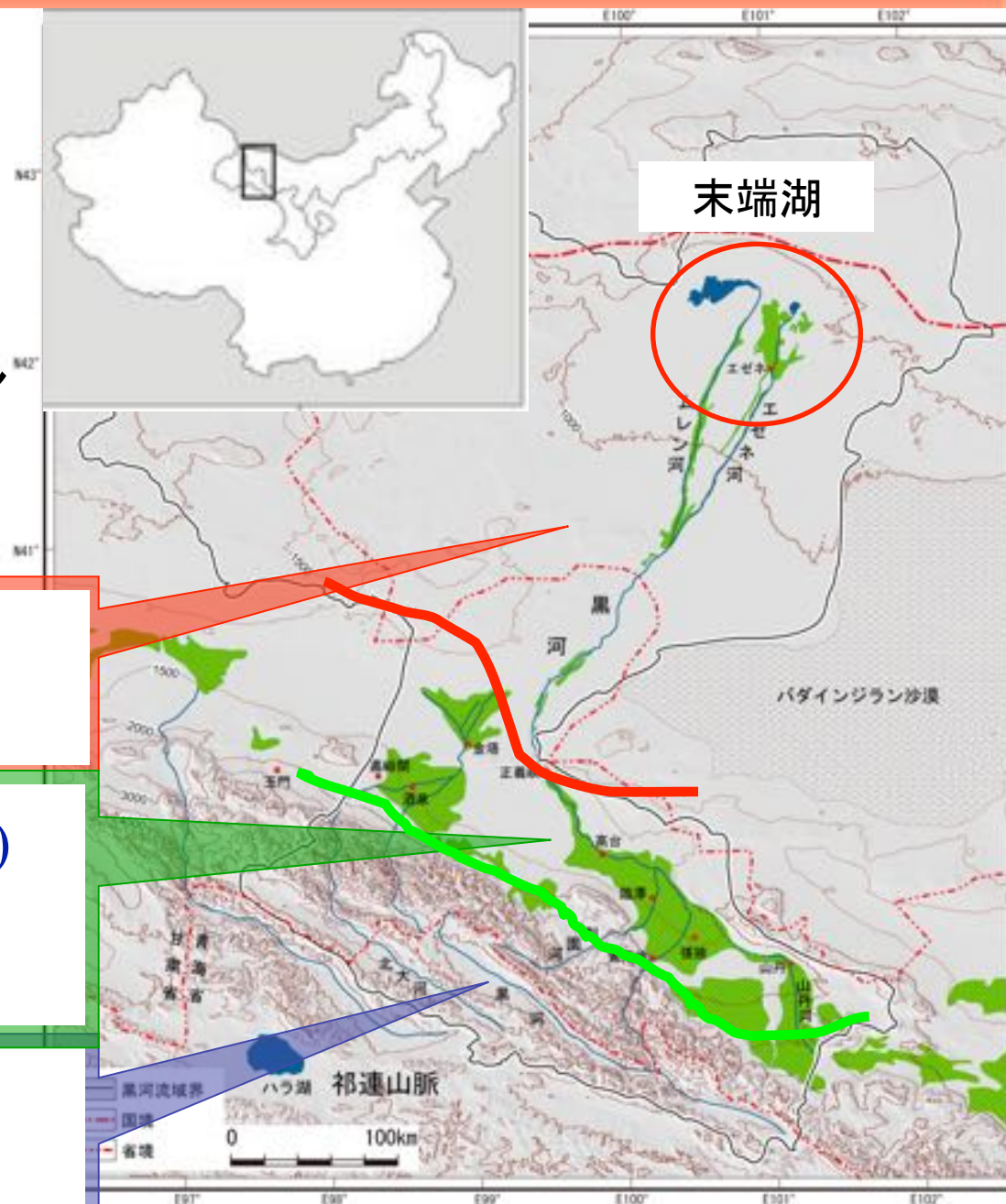
降水量 100~200mm/year

標高 1200~2500m

上流域（水源域）

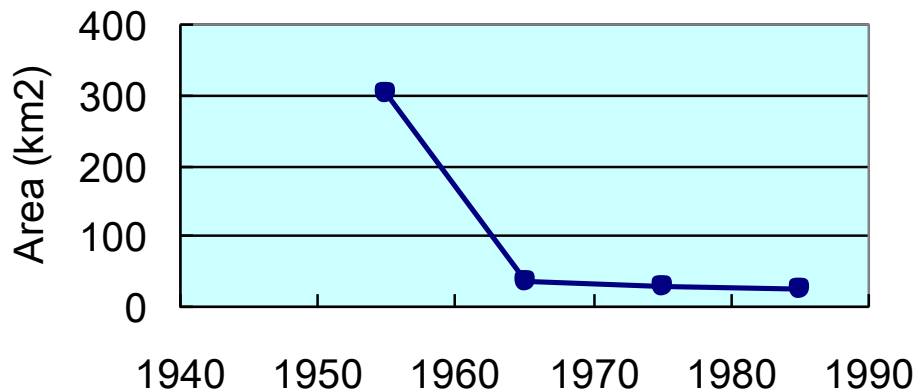
降水量 200~600mm/year

標高 2500~5600m



黒河下流域の1990年代以降の水不足

河川の断流、湖水の消滅、植生の荒廃、砂塵嵐



- ・ 深刻化するダストストーム
- ・ 北京をおそう黄砂の発生源？
- ・ 原因は水不足（上中流での灌漑水の過剰利用）と過放牧

黒河における節水型社会建設モデル事業

下流の内モンゴル自治区における水不足－ 1990年代後半に顕在化

原因 → 黒河の総需水量の83.2%を甘粛省(上中流)が使用。そのうち94.0%が農業(特に灌漑)に使用されている

- ・ 河川水の農業利用の適正化が節水型社会建設に重要
- ・ 経済発展との両立を目指す(西部大開発の一部、格差解消も狙う)

具体的施策

- ・ 新規農地開墾禁止、移民禁止、水稻など水消費型作物の禁止(三禁政策)
- ・ 作物毎の灌漑水量の見直し
- ・ 灌漑水路の改良による漏水量の削減、節水灌漑施設の導入
- ・ 井戸を整備し、取水源を地下水に切り替える
- ・ 換金性の高い作物への転換
- ・ 用水戸協会の設立: 農民による自発的管理(管理の財源を含む)
- ・ 水利権を「水票」として売買可能として、節水に対する経済的なインセンティブを与える

用水戸協会の設立と水利権売買

制度の狙い

- 水利用者が水利権証を持ち、その範囲で水利用を行う
- 農民利水者協会が設立され、各用戶が主体性を有する参加型の民主的管理を目指す
- 使用しなかった水票は、1.2 倍の水価で政府に買戻される

実態

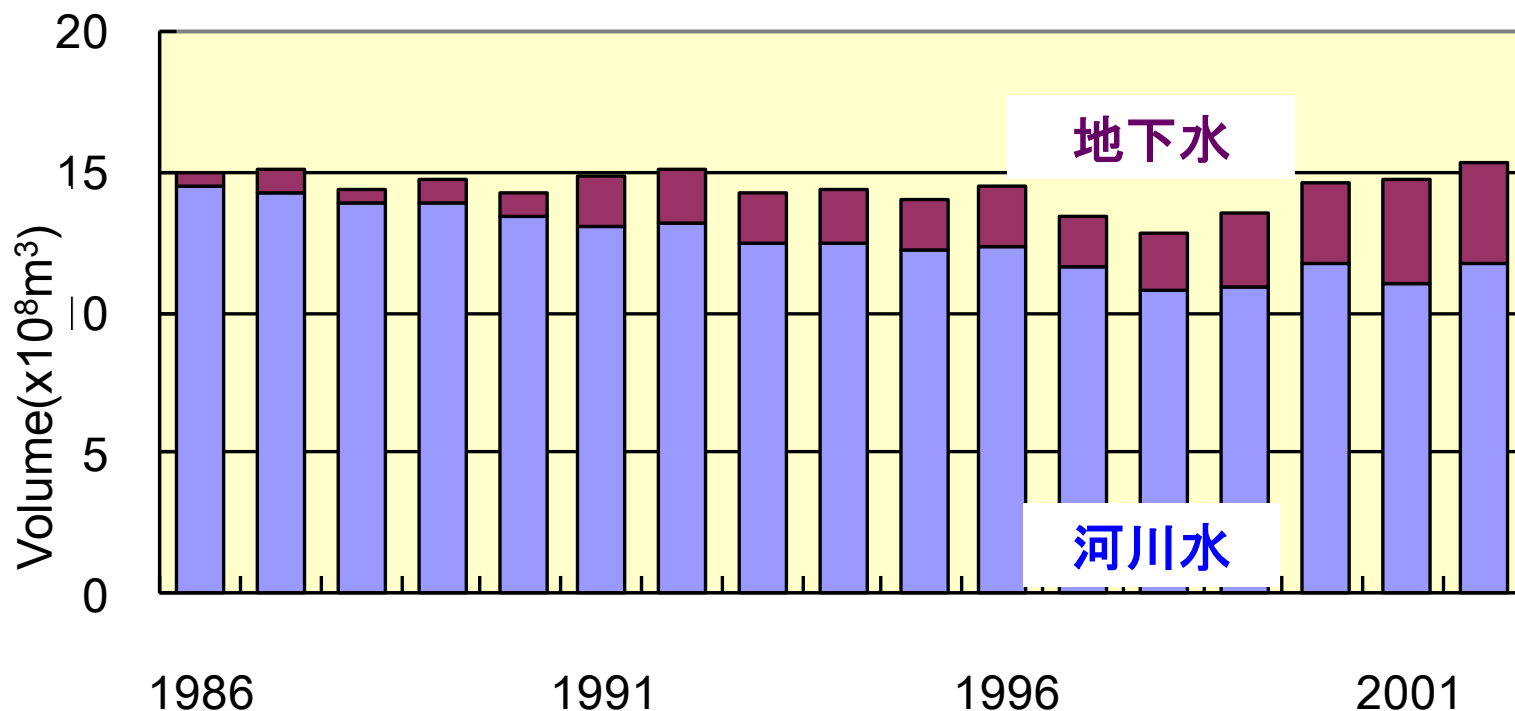
- 2 年間の試行を通じて、灌漑水路の水利用率は、50%から60%に高まり、年間節水率10.5%に達する

※中国水利報 2003年10月、JICA中国水利権制度整備総括報告書(2006)
長瀬 (2010)

- 取水量の調査や水収支観測では「新制度」の効果が明確には見えない



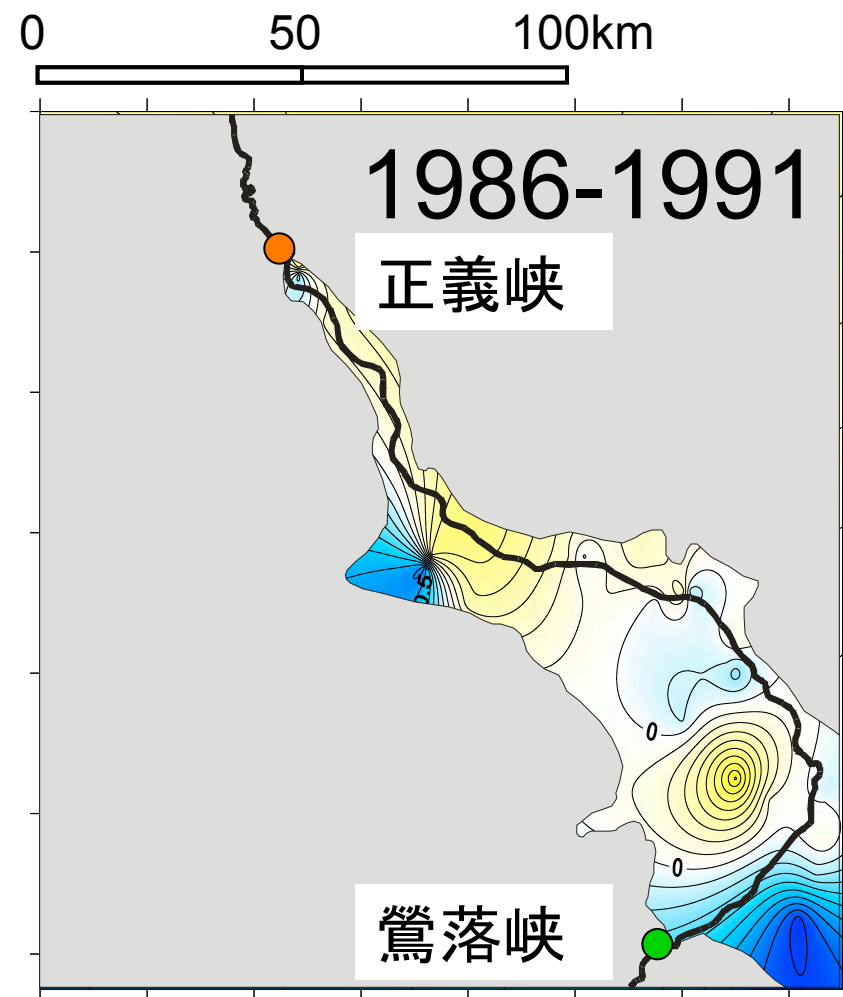
黒河中流域における灌漑用取水量の変化



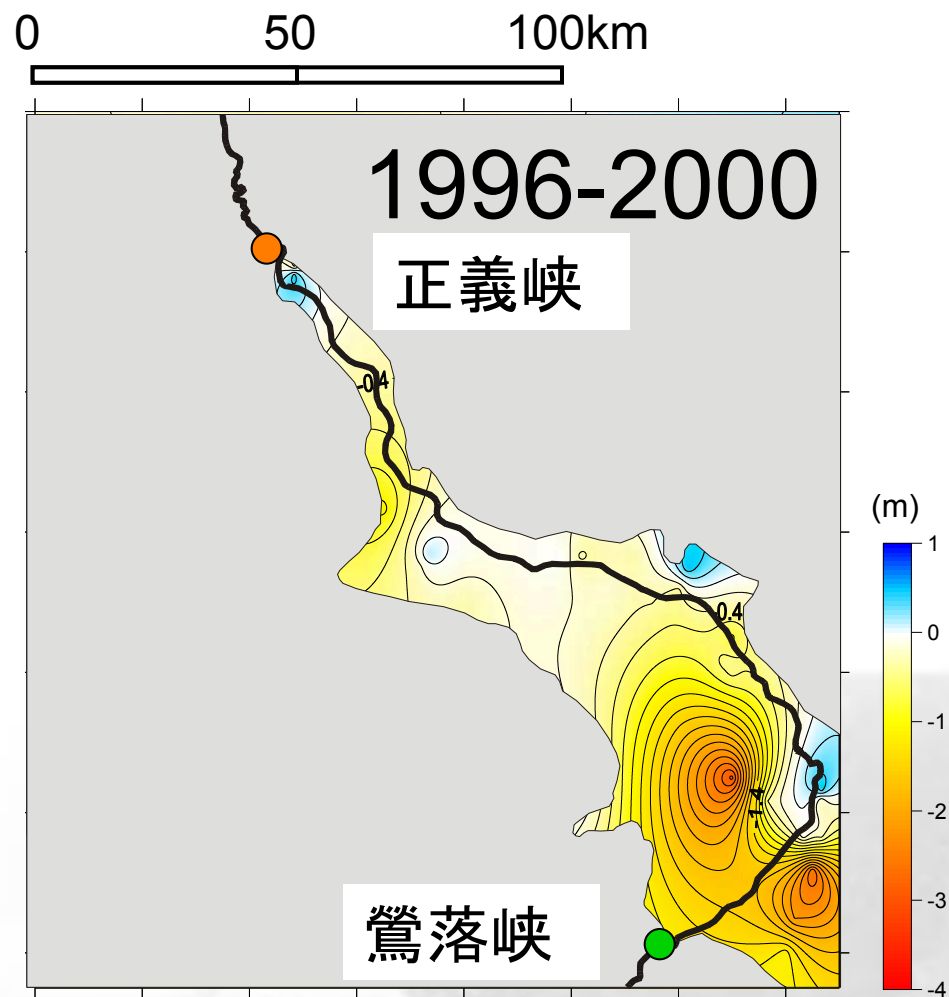
- ・河川水の取水量は減少、1998年に最低
- ・1991年以降地下水の割合が増加
- ・2001年の節水政策以降、地下水依存が進行(30%を超える) → 2006年、規制条例が追加



黒河中流域の地下水位変化の時代比較



変化無し



扇状地下部で減少





節水灌漑施設の導入 甘肅省張掖 2006年9月6日

黒河の事例から見てくるもの

- 機能しなかったように見える用水戸協会、水利権売買
農民による自立的な管理は困難？
- 実質的な「制度による節水」は機能せず、代替水源により
経済発展を阻害せずに、下流への水配分を実現
- その反面、中流域で地下水位の急激な低下とい
う新たな問題の発生
→ 水利権売買に必要な要件（多様な水需要、水の
量的な管理、十分な貯水池）が不足
- 生態移民：失われる文化．補助金への依存
- （地方）政府主導型（トップダウン）ガバナンスの限界？



江蘇省の環境政策

- ・ 経済的「先進地域」
- ・ 「環境保護優先」を指導理念に(2006年)・・・「小康社会」
- ・ 全国に先駆けた政策実験の展開
 - － 企業環境対策情報公開制度の試行(1998年)
→2007年、国家「環境情報公開方法(試行)」へ発展
 - － 先進国水準の排出水質規制(2008年)
 - － 環境資源地域補償方案(2009年)
 - － COD排出権取引パイロットプロジェクト(2008年)
 - － 政府、企業、住民によるコミュニティ円卓会議(2008)

太湖流域

江蘇省、浙江省、上海市

流域面積36,900km² 湖水面積: 3,300km²

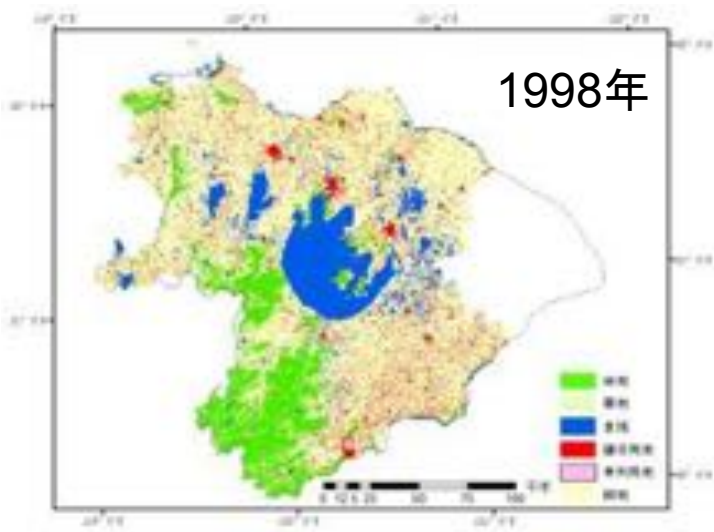
平均水深: 1~2m、河川網總延長: 12萬km、流入河川: 228本



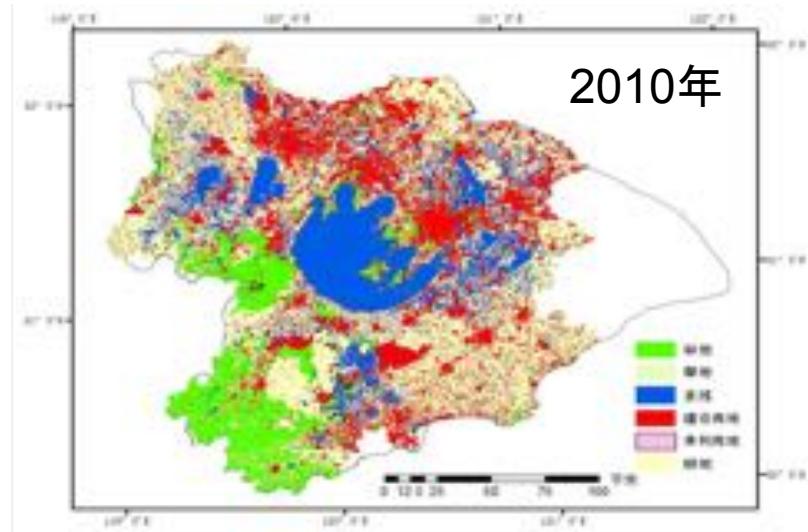
過去30年間の急速な発展

農業用地: 3000km²減
建設用地: 3670km²増

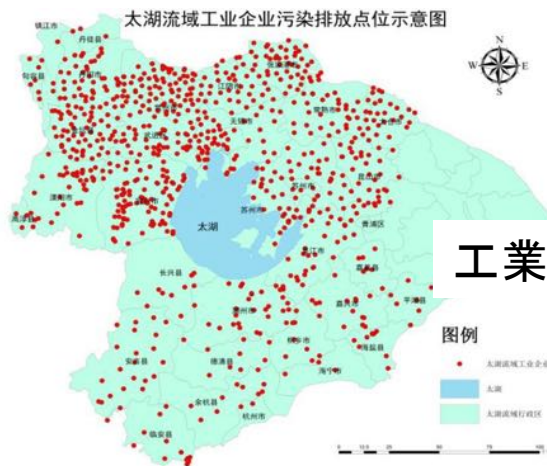
1998年



2010年



太湖流域工业企业污染排放点示意图

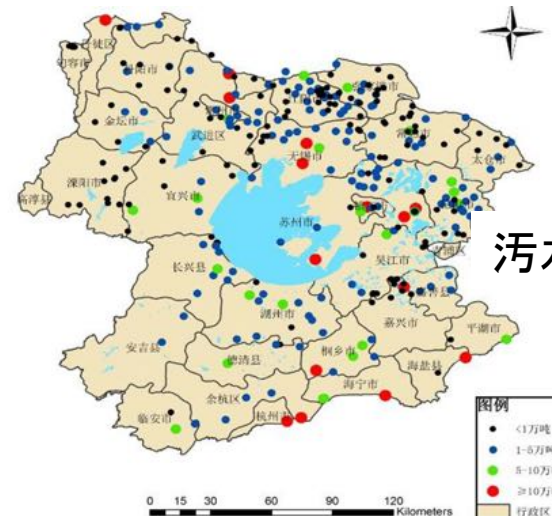


工業汚染源分布

图例

- 太湖流域工业企业污染排放点
- 太湖
- 太湖流域行政区

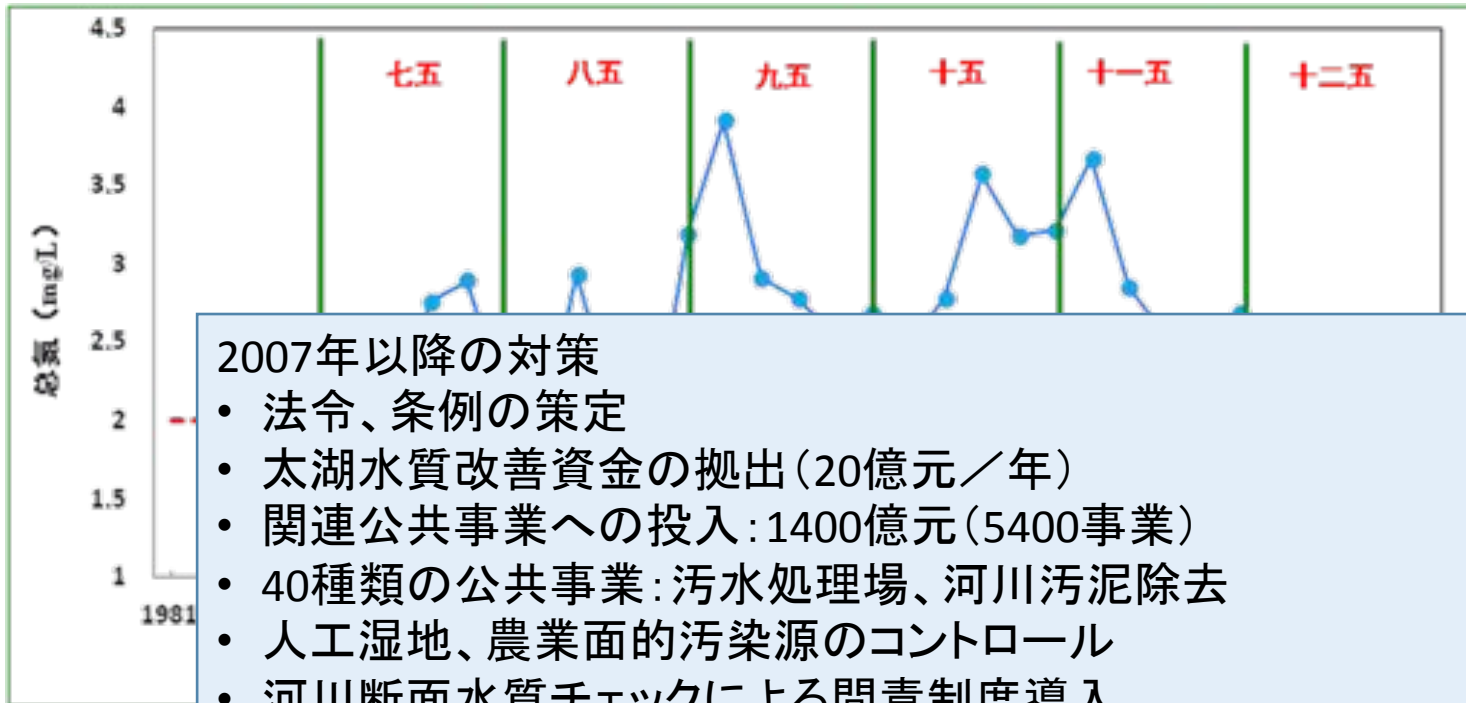
污水处理場分布



图例

- <1万吨
- 1-5万吨
- 5-10万吨
- >10万吨
- 行政区

太湖流域の水質変化



* 七五、八五...とは五年計画のこと
七五以降の太湖流域水窒素含有量の変化

2007年以降の対策

- 法令、条例の策定
- 太湖水質改善資金の拠出(20億元／年)
- 関連公共事業への投入: 1400億元(5400事業)
- 40種類の公共事業: 污水处理場、河川汚泥除去
- 人工湿地、農業面的汚染源のコントロール
- 河川断面水質チェックによる問責制度導入



金墅取水口大規模

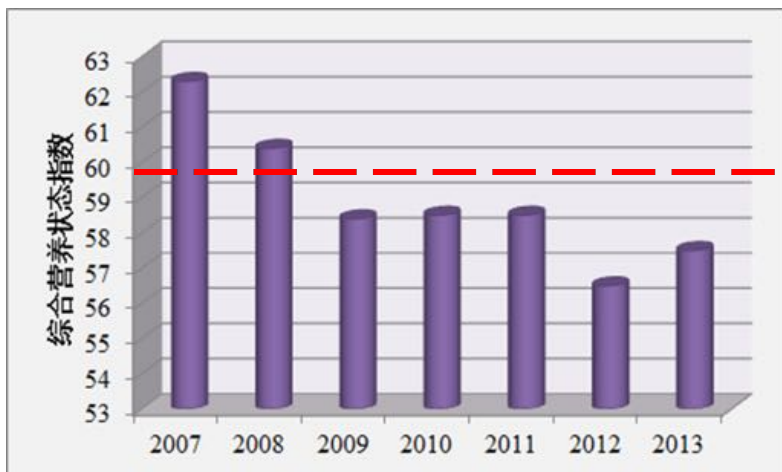


野工鎮二、一夏對州顯口區縣大



対策(修復)の効果

富栄養化程度中程度から低程度へ



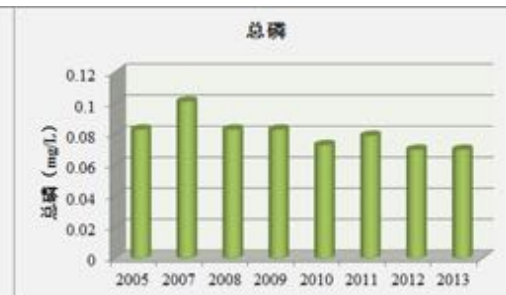
2007~2013 eutrophication index variation
太湖湖体综合营养化指数变化情况

富栄養化指数

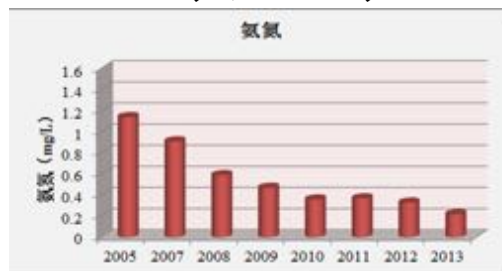
COD



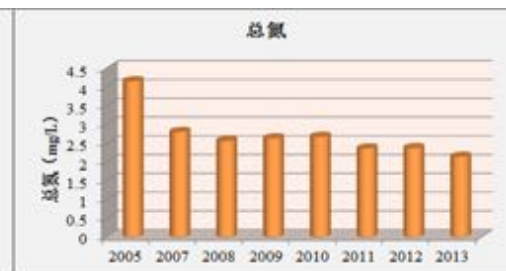
リン

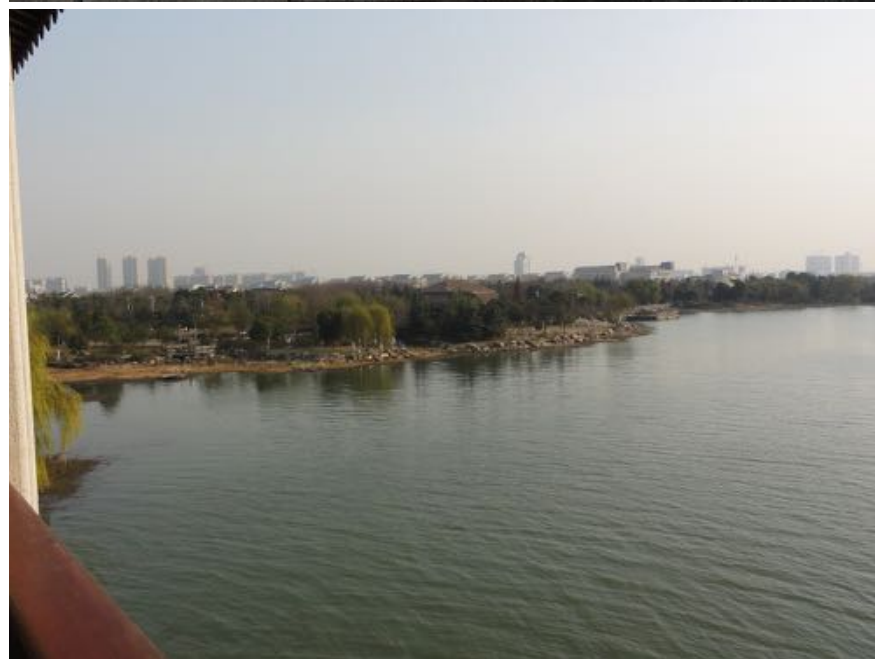


アンモニア



窒素





2011年12月21日 太湖·無錫



2016年6月30日

農業、養殖による面的汚染

家禽、家畜養殖：江蘇省太湖流域のみ660万豚
野菜栽培、お茶、果樹栽培など





魚養殖



太湖銀魚の苗、白蓮魚、すっぽんなど養殖

既成の配合飼料



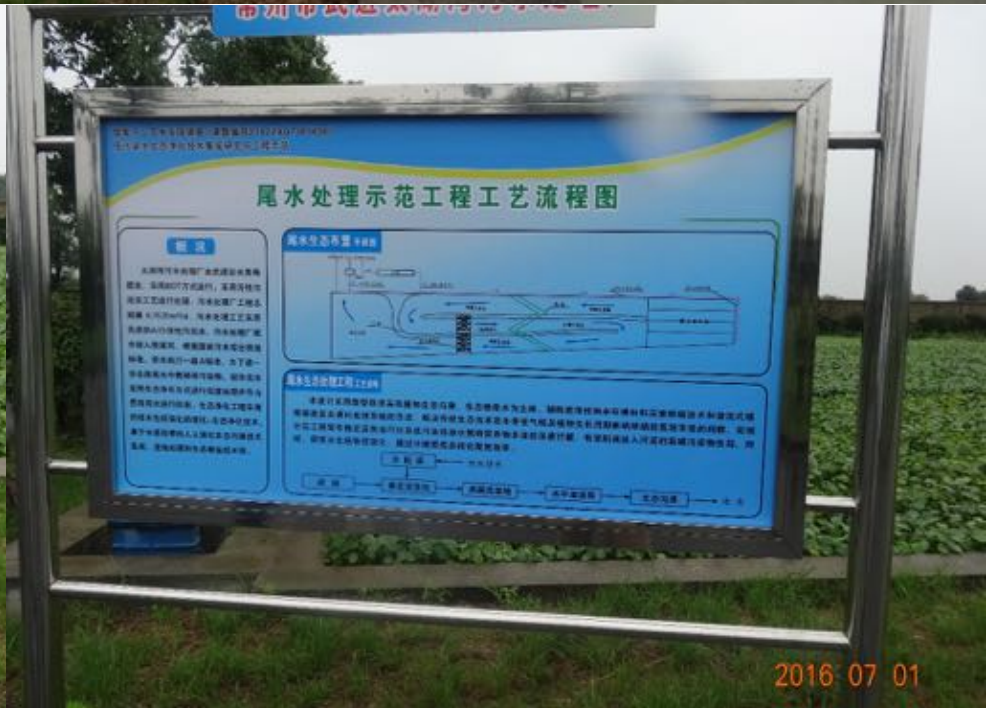
農業省水産養殖モデル事業

配合飼料で養殖

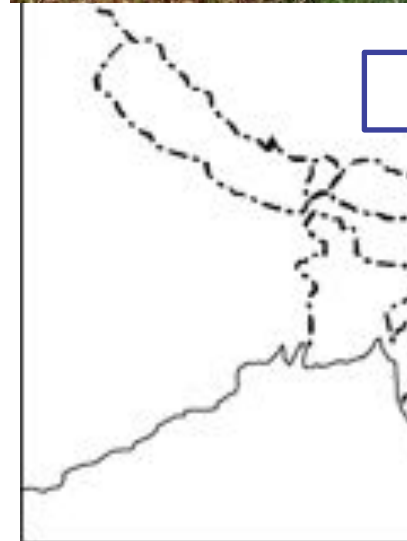
養殖池は河と直接つながっている







用水、節水農業



2016年8月22日
雲南省楚雄市元謀縣





2016年8月22日
雲南省楚雄彝族自治州元謀縣



2016.08.22

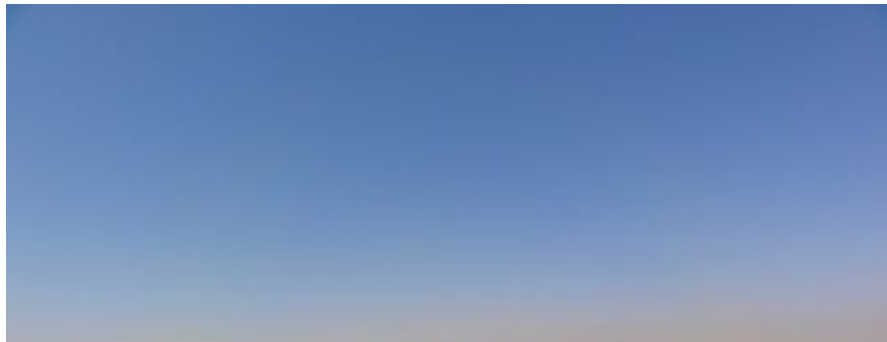


2016年8月22日
雲南省楚雄彝族自治州元謀縣

2016 08 22

生態用水の一例







中国陝西-内モンゴルの開発の現在は.....



- 歴史的な森林伐採、農業開発
↓
- 石炭、レアメタルなどの鉱山開発
- 地方都市開発
- 物権法の制定(2008)と自然資源管理



まとめ

水資源

- 1人あたりの水資源利用量だけでなく、水資源負荷率(使用率)を指標に！
- 物理的な水不足：北京、天津、河北、河南
- 国全体で見たときには、水資源利用率は20%程度
- 高い食料自給率：仮想水収支で見ても輸出超過
- 退耕還林／食料安全保障／都市化
- 節水政策：機能しなかった用水戸協会(水利組合)、水利権売買／点滴灌漑の急速な普及
- 大都市圏では既に生活用水の利用は高いレベルにある
- 農業用水、工業用水、生活用水のいずれも今後の需要増が予想される
 - －農業の水利用効率、工業用水の再利用の促進でどこまで解決可能か。

水資源が枯渇しているわけではない

水汚染

- 深刻化する水汚染：「ストック型汚染」
- 都市の水処理(処理能力の不足、運用、中小都市の設備不足)
- 農業、家畜、水産養殖どの面的負荷－農村集落の污水处理
- 世界最大のGrey WF

増加傾向にある干ばつ、 洪水被害

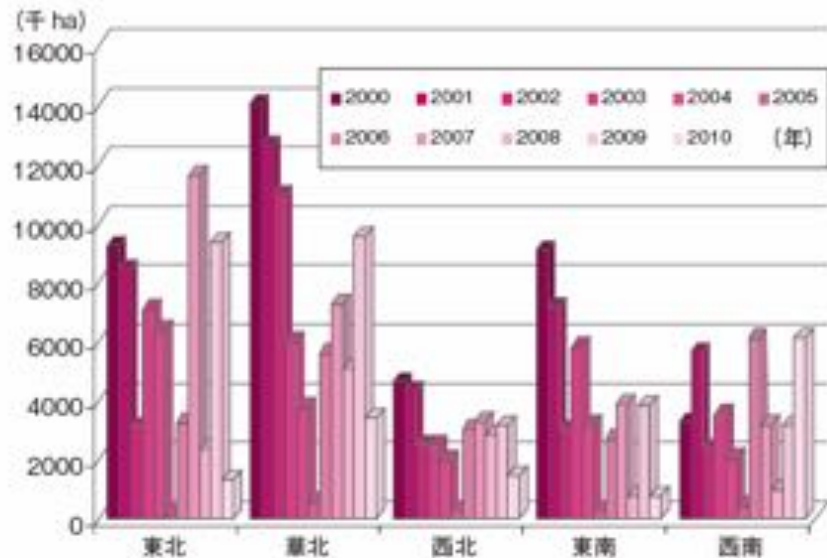


図3 中国における干ばつ影響地域の推移 (2000-2010年)

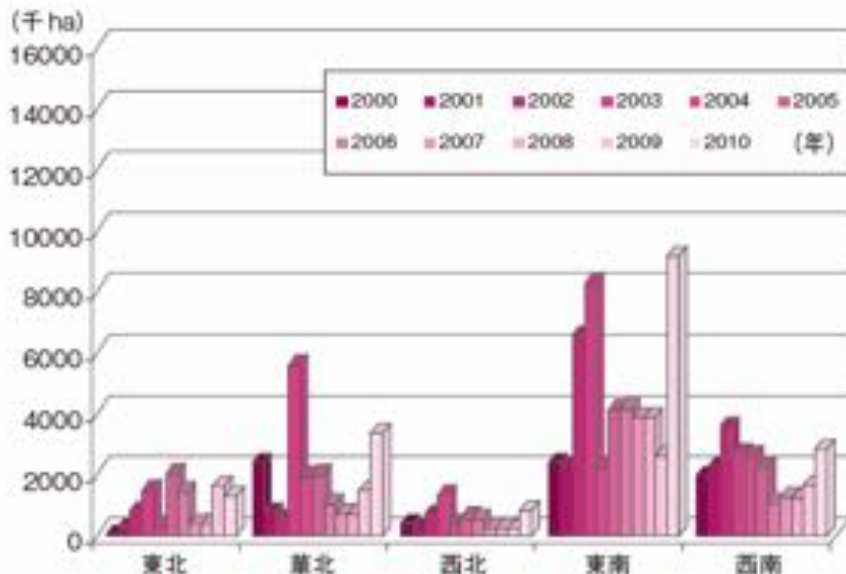


図4 中国における洪水等影響地域の推移 (2000-2010年)
〔中国民政統計年鑑〕より作成

大塚(2012)



東北：黒龍江、吉林、遼寧
 華北：北京、天津、河北、内モンゴル自治区、山西、山東、河南
 西北：陝西、甘肅、寧夏回族自治区、新疆ウイグル自治区、青海
 東南：上海、江蘇、湖北、湖南、江西、浙江、福建、広東、海南、安徽
 西南：重慶、四川、貴州、雲南、広西壮族自治区、チベット自治区

図2 中国の5地域区分

ダム計画

■ 建設済み
▣ 建設中

□ 計画
□ 計画中止



NG MAPS

SOURCES: STUART LEAVENWORTH: INTERNATIONAL RIVERS:
WORLD DATABASE OF PROTECTED AREAS

- 中国のダム: 約86,000基
- 世界のダムの半数以上を占める
- 西電東送
- 雲南、四川、チベット等
- 計画中止となった怒江のダム群
- 脱火力発電の動き

水利用の別の側面： 実はもっと水を使っている・・・

- ハンバーガー1個にどれだけ水が必要か？

ー1トン(1000リットル)の水が必要！

- 牛丼1杯に必要な水

コメ(230g) : 828リットル

牛肉(80g) : 1656リットル

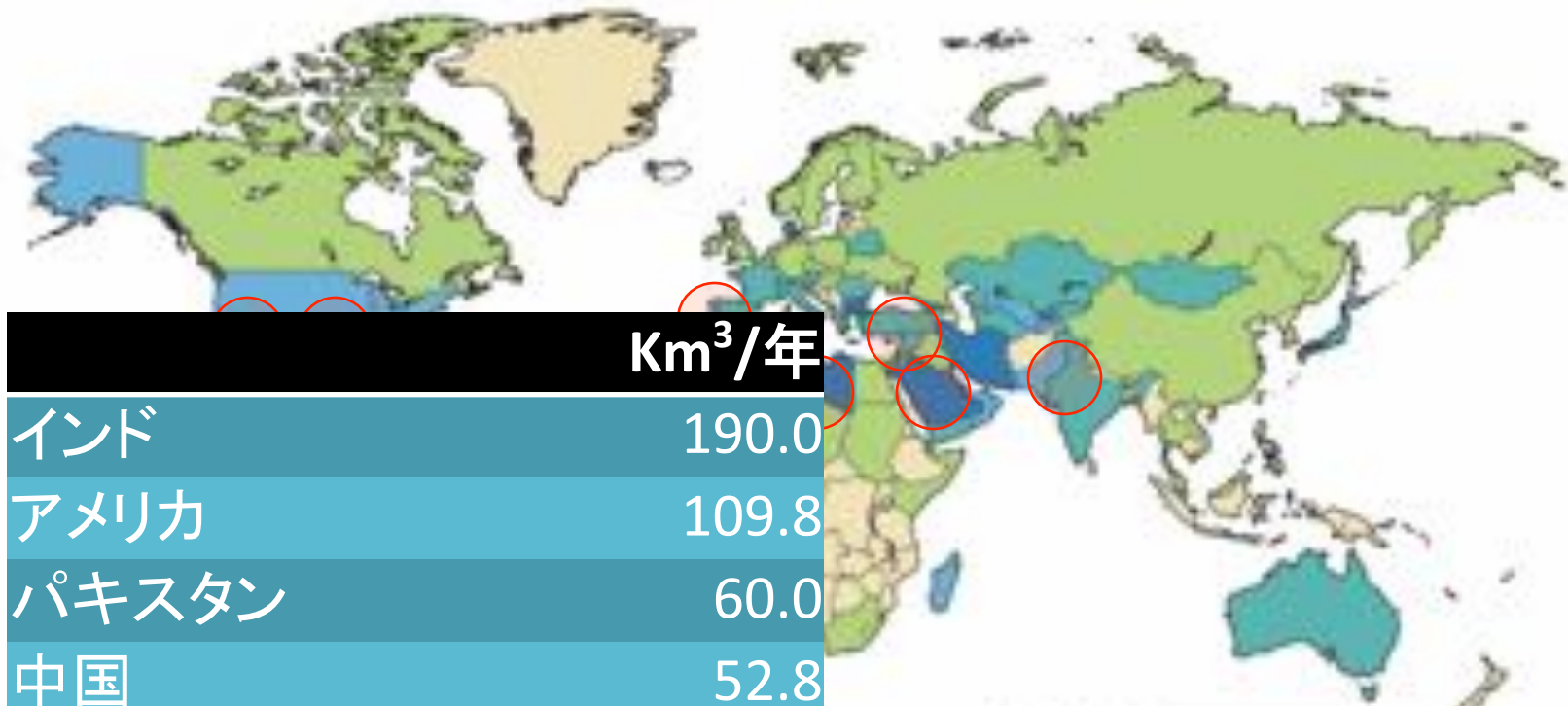
たまねぎ(20g) : 40リットル

合計 : 約2500リットル

食べ物に多量の水が必要！

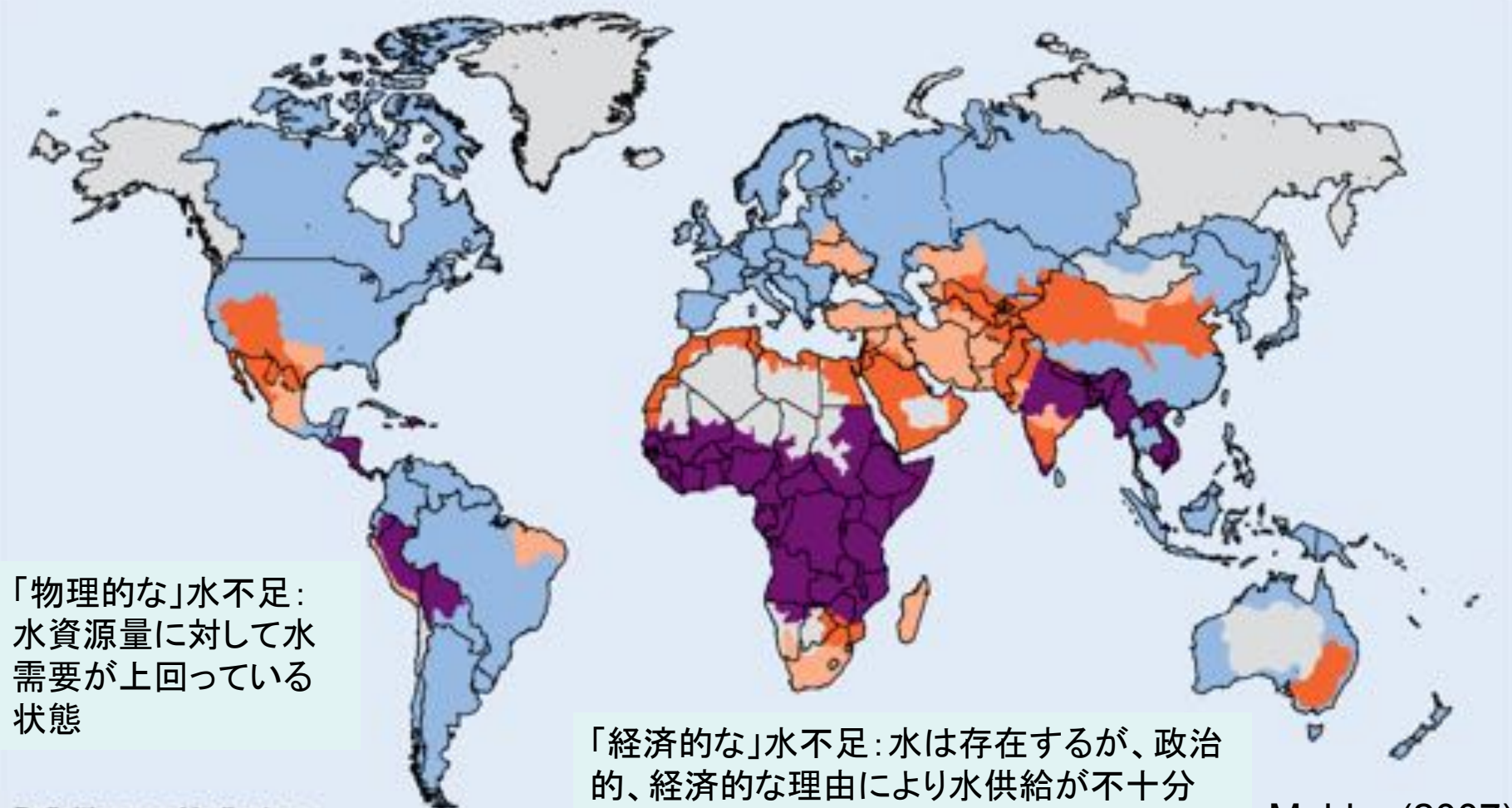
地下水は大丈夫か？

地下水取水量 > かん養量



絶対的な水不足と経済的な水不足

- 水不足はほとんど無い
- 「物理的」に水不足がおきつつある
- データなし
- 「物理的」な水不足
- 「経済的な」水不足



「物理的な」水不足：
水資源量に対して水
需要が上回っている
状態

「経済的な」水不足：水は存在するが、政治
的、経済的な理由により水供給が不十分

Definitions and indicators

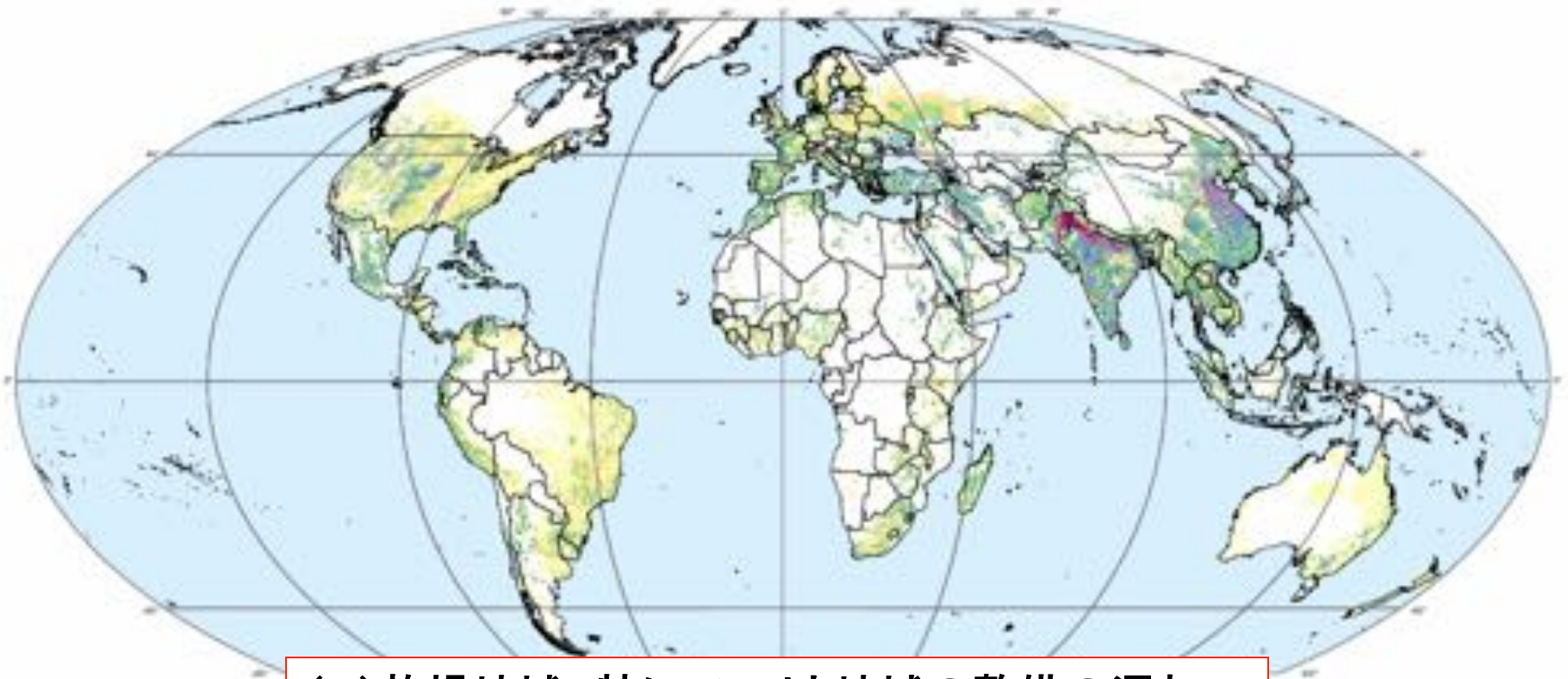
- Little or no water scarcity. Abundant water resources relative to use, with less than 25% of water from rivers withdrawn for human purposes.
- Physical water scarcity (water resources development is approaching or has exceeded sustainable limits). More than 75% of river flows are withdrawn for agriculture, industry, and domestic purposes (accounting for recycling of return flows). This definition—relating water availability

Molden(2007)

灌漑農地の分布

The digital global map of irrigation areas

February, 2007



(1) 乾燥地域、特にアフリカ地域の整備の遅れ

(2) かん養量を上まわる地下水の取水

Area under irrigation in
percentage of land area



Projection: Mollweide

Stefan Siebert, Petra Doll, Sebastian Feick (Institute of Physical Geography, University of Frankfurt/M., Germany) and
Jippe Hoogeveen, Karen Frenken (Land and Water Development Division, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy)



コミュニティ円卓会議に見る環境ガバナンスの可能性

アジア経済研究所と南京大学環境学院環境管理・政策研究センターの
共同研究プロジェクト(2008～2010年、大塚 2010)

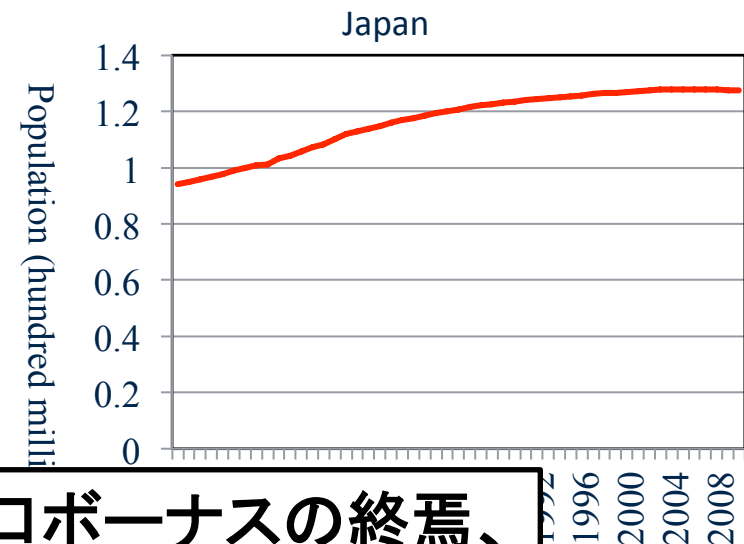
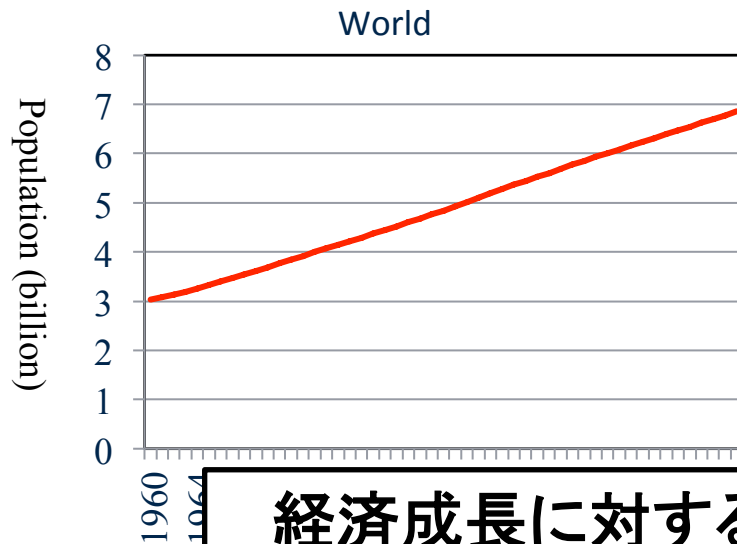
- 多様なステークホルダーが対話の場を持つ
 - － 対等なステークホルダー間ではなく、資源、情報等へのアクセスに差のある政府・企業と住民の間で対話を行う初めての試み
- 情報の公開と共有
 - － 政府・企業の情報の公開と共有、住民の持つ経験的情報の共有とそれによる新たな環境行動の期待
- 取引コストの低減
 - － 個別に交渉するよりも、より小さい取引コストで対話と協力が可能
- 環境紛争防止への期待
 - － 円卓会議を通して信頼関係を築くことで、「社会関係資本」が蓄積され、それによって社会紛争・不安が未然に防ぐことができる

中国の環境ガバナンスの現状と未来可能性

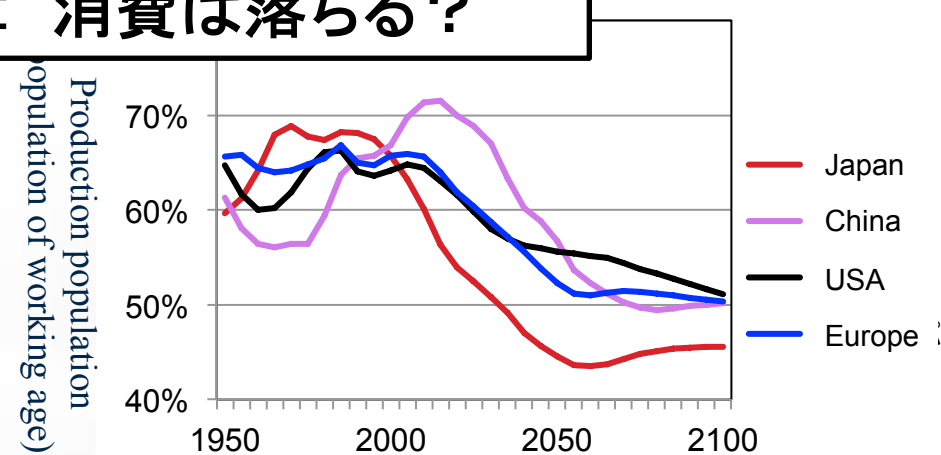
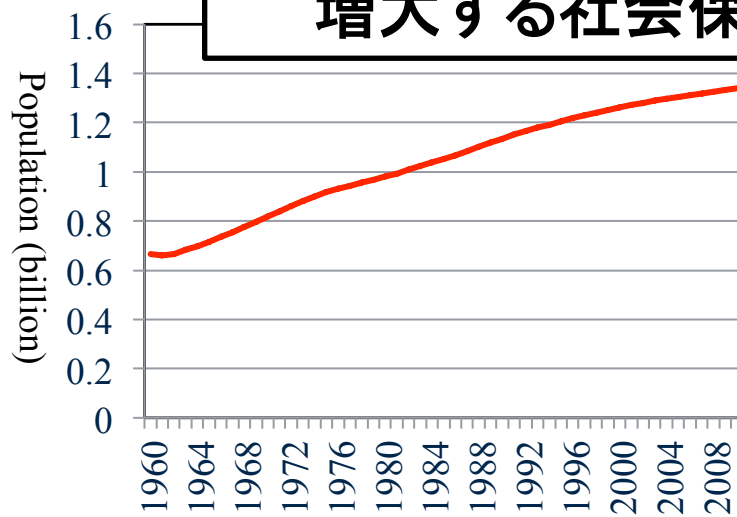
- 市場メカニズムを活用できるものは、解決に向かう
ex. 技術的な革新、省資源、省エネルギー化
- トップダウン型の環境政策に頼らざるを得ない農村地域
→ 経済的な格差が、環境ガバナンスの格差を生む？
- 参加型ガバナンスの萌芽
情報公開、参加型意志決定システム、さまざまなステークホルダー間の対話
→ 環境紛争の未然防止の可能性(大塚、2010)
- 必要とされる制度的枠組み、特に司法制度の充実
⇔ 信訪制度
- 日本の立ち位置、地域(多国間)連携



東アジアで進行する少子高齢化 Shrinking Society



経済成長に対する人口ボーナスの終焉、
増大する社会保障 消費は落ちる？



The World Bank (2011)

From World Population Prospects, 2010 Revision



水問題に関するもうひとつのグローバルリスク 水（河川）の分野では、「上流と下流」

紛争解決のための方法は？

上流と下流の「水争い」、上流の汚染の下流への影響

- 日本でも、古来から上流と下流の間で多くの「水争い」が生じていた
- 歴史的にも、「国際河川（流域）」を共有する国々の中の争いが数多く記録されている。



滋賀県高時川餅
の井落とし：
大渇水の時のみ、
堰の一部を壊し
て、水を分配す
る儀式

国際河川(流域)は世界の陸地の半分を占める

国際河川:

- 260以上の国際河川が存在。面積では45.1%を占める。
- 国際河川流域を国土の一部に持つ国は145カ国、21カ国は100%が国際河川流域、33カ国は95%以上を占める。
- 世界人口の約6割が国際流域に住んでいる
- 国内とは異なり、国家間の利害を調整するメカニズム(制度)が無い

- 国際河川での経験から見えてくるもの
 - ヨーロッパを中心としたエスポー条約
 - 国際司法裁判所における環境問題の事例
- 国家対国家の制度による解決の有効性と限界

国際河川をめぐる水問題と国際協定

水(資源)争いの特徴

- **上流絶対優位の原則** コロラド川:アメリカ>>メキシコ、チグリス・ユーフラテス川:トルコ>>シリア、イラク
- 例外:ナイル川 (地勢的<<政治的・軍事的)
- 水に代わるもの(取引)による調停で解決したことが多い

水資源をめぐる国際協定

- 1966年「国際河川の水利用に関するヘルシンキ規則」
 - ― 条約のような拘束力はない
 - ― 第4条「各流域国は、その領域内において、国際流域の有効水利利用についての合理的かつ衡平な配分をうける権利を有する」
- 1997年国連総会「国際河川の水航行の利用に関する条約」

- 多国間の利害の対立
 - 温暖化防止条約などと同様の構造

パラグアイ)

ハーグ国際司法裁判所における環境問題裁定の事例

- 当事国双方の了承が必要
- これまでにわずか2例のみ

最初の事例: ドナウ川ガブシコバダムプロジェクトをめぐるチェコ・ハンガリー間の紛争裁定

- ドナウ川: 全長約2900kmのうち、2580kmが航行可能。47基のダム(堰)が存在。約半分が人口水路、貯水池
- 水力発電は当時のチェコスロバキアの発電量の約20%に相当)、舟運航路の整備、洪水防御を目的とする多目的ダム
- ヨーロッパに残された最後の大規模内陸デルタの湿地生態系への影響

両者が**科学的なモニタリングによる影響評価**にもとづいて議論することを合意: 科学者、NGOの役割

第2例：ウルグアイ川をめぐるウルグアイ-アルゼンチン間の裁定の事例

- ウルグアイが建設した製紙工場が、ウルグアイ川の汚染を招いたとして、アルゼンチンが抗議。両国は、国際司法裁判所の判断を仰ぐことに合意
- 国際河川での開発プロジェクトについて「環境影響評価」が実施されることは、遵守されるべき国際的な慣例であると、国際司法裁判所が表明
- 裁定自体は、手続き的な部分は別として、**科学的なモニタリング結果に基づき**、製紙工場からの汚染は認められないとして、アルゼンチン側の訴えを棄却。
- 国際河川での「環境影響評価」実施と結果の開示が、国際的な慣習として定着しつつある。

ファースト・トラックとセカンド・トラック

- 国家間の正式な合意は「ファースト・トラック」で行われる。これに対し、(政策決定に関与する)専門家による会議や、議員、NGO、民間等による「非公式な」外交交渉はセカンドトラックとよばれる。
- 「ファースト・トラック」は、組織としての公式的な交渉で、何らかのゴールが求められるのに対し、「セカンド・トラック」は、多くは非公式で、「集まって話し合うこと自体が目的」とされるような、明確なゴールが設定されていない場合もある。
- **ファースト・トラックの限界: 条約批准拒否、裁定拒否**
- 政策決定に関与しない(影響力を持たない)研究者やNGO、市民、民間による交流も、「**信頼を醸成するための装置**」として、セカンド・トラックにはむしろ大きな意義があるのではないか
- 研究者による情報交換、討論、人材交流(教育)の役割の重要性

グローバル化と水問題 ー世界との関係でみる日本ー

政治的・経済的に台頭する中国

- 継続的な経済成長：GDP2位……「経済的な」豊かさ
 - 改革開放（1978）、社会主義市場経済（1992）
 - 個人当たりGDPは下位にとどまる 「格差社会」
 - 世界最大のCO₂排出国、さまざまな環境問題
 - 巨大な人口を抱え、エネルギー・資源・環境が経済成長のボトルネックとなる？
-
- 特定の国の問題としてでは解決できない地球環境問題
 - 国（local）－地域（regional）－地球（global）：様々なレベルでのガバナンス ……価値観の共有？

(環境)ガバナンスとは？

社会を構成する様々な主体が、それぞれの多様性・多元性を生かして協力し、**公益**を実現する仕組み

– Top-down governance:

- ・政府による統治が中心で、法に基づき指令・統制できる合法化された権力を根拠

– Participatory governance(参加型ガバナンス)

- ・ 上からの統治と下からの自治を統合
- ・ 市民、企業、専門家、自治体、政府など、関係主体(stakeholders)が一定の目的に向かって、それぞれの多様性と多元性を生かしながら積極的に関与することが奨励
- ・ 各主体は必ずしも法的な権力に基づくのではなく、自らが重視する公共的利益の観点から、主体的かつ自主的に意志決定や合意形成に関与

中国の環境問題/対策を日本から見ると……

持続的な成長(和諧社会):市場メカニズム、経済的なインセンティブの活用

- SO₂排出量規制における2000年代前半の失敗と、後半の脱硫装置の低価格化と急激な普及
- 再生可能なエネルギーの積極的な導入
 - 風力発電:2004～2008年に16倍
 - 太陽光発電:国内導入量は少ないが生産量では世界第1位となる
 - 地熱発電:国家政策として奨励。世界第2位の施設容量
- 省エネルギー、投入資源量削減への取り組み

- 経済成長の中で、市場化できる部分は急速に改善されつつある
- NGOの台頭や、参加型ガバナンスなどの新たな政策展開

環境ガバナンスという視点で見ると……

- 国家レベルでの環境法体系の整備は進む。トップダウン型。ただし、実効性がない。
- 裁量範囲の広い中央政府の法令、地方政府に許された立法権限、監督・許認可権限。
- 財政構造、人事システムに起因する経済開発優先の傾向
経済成長を生み出した構造＝環境問題を生み出す構造
- 経済的な発展と環境対策がかみ合うと大きな力を発揮
- 都市-農村、東西の大きな経済格差
- 財政的に豊かな地域では、地方政府が主導する優れた環境行政が見られる
- 貧しい地域では、逆の傾向 → 地方政府の役割大

→ 経済的な豊かさが、良いガバナンス、ひいては環境改善につながる？



「生態移民」政策

生態保全あるいは回復のために人々を移住させること

- 遊牧民の定住化

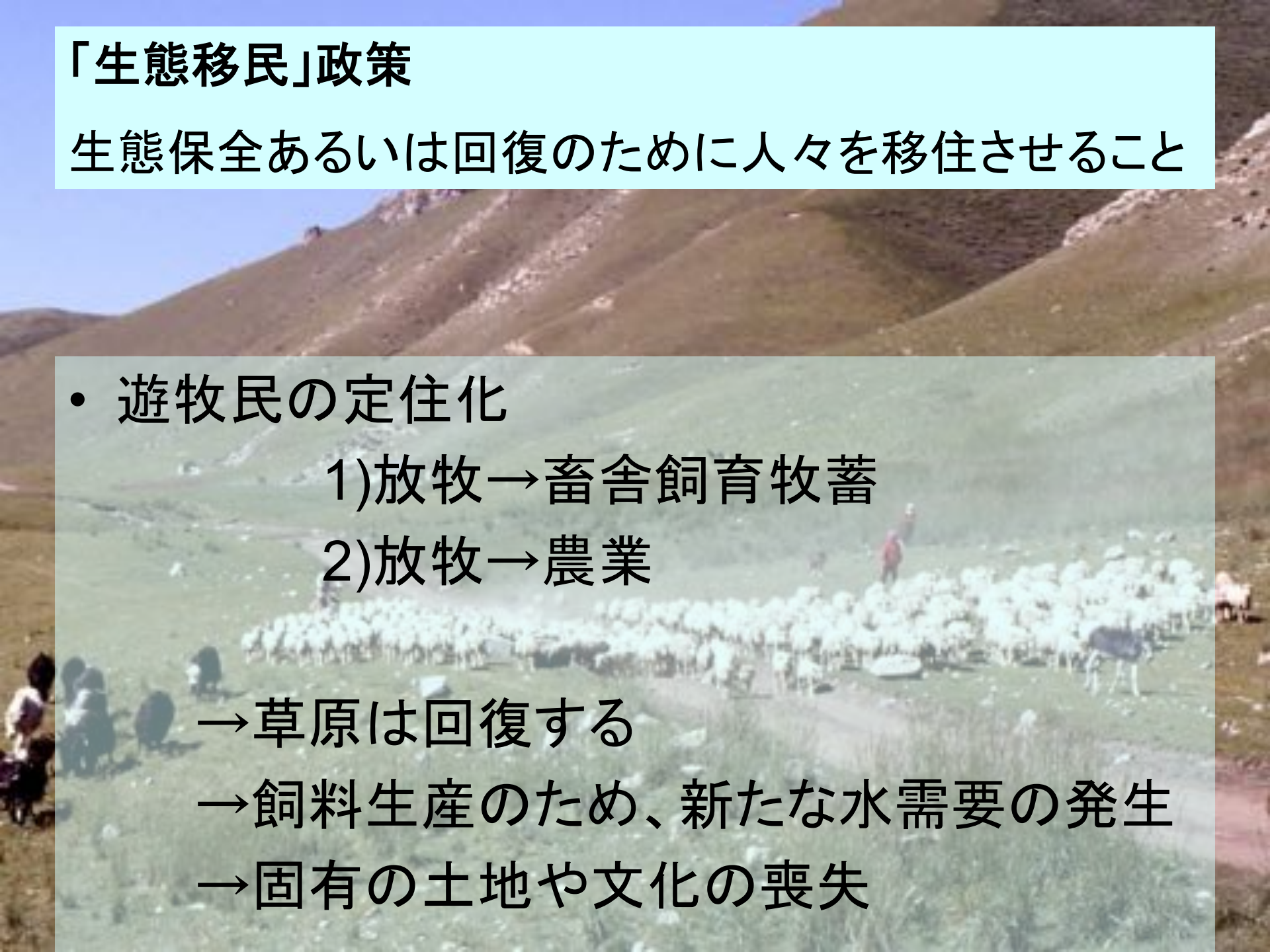
- 1)放牧→畜舎飼育牧蓄

- 2)放牧→農業

- 草原は回復する

- 飼料生産のため、新たな水需要の発生

- 固有の土地や文化の喪失



仮想水による水輸入の論点

- 必ずしも「悪い」ことではない？
- 世界的な適正な(公平な)分担は可能か？

予想される食料需要の増大にどう 対処するか

- 農地増加の余地は？
- 単収は？ 肥料、農薬、品種改良(GMO)
- 水は十分か？ 灌漑農地は??

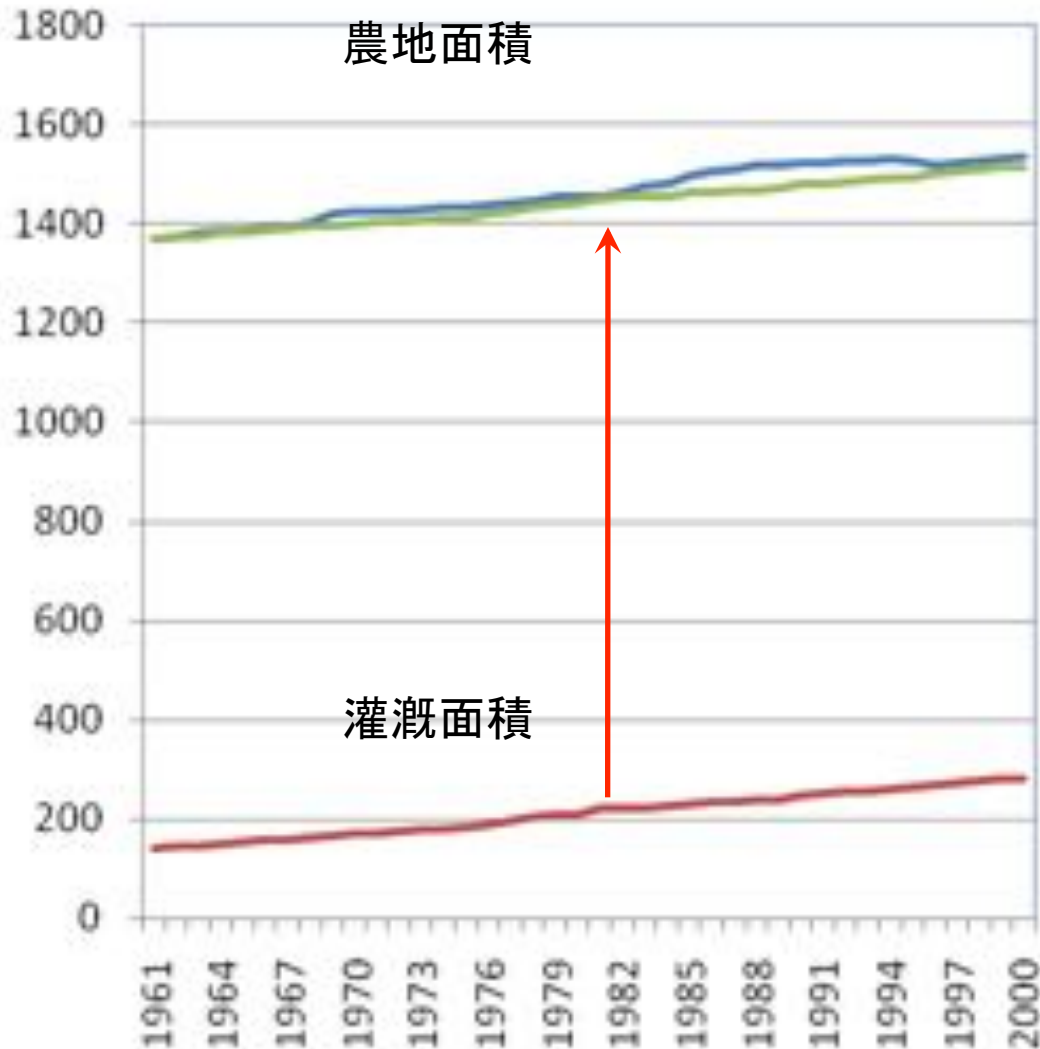
Blue WaterとGreen Water →Greenなら大丈夫？

環境への負荷は？

持続可能な開発はあり得るか？

世界の農地面積と灌漑面積の推移

百万ha

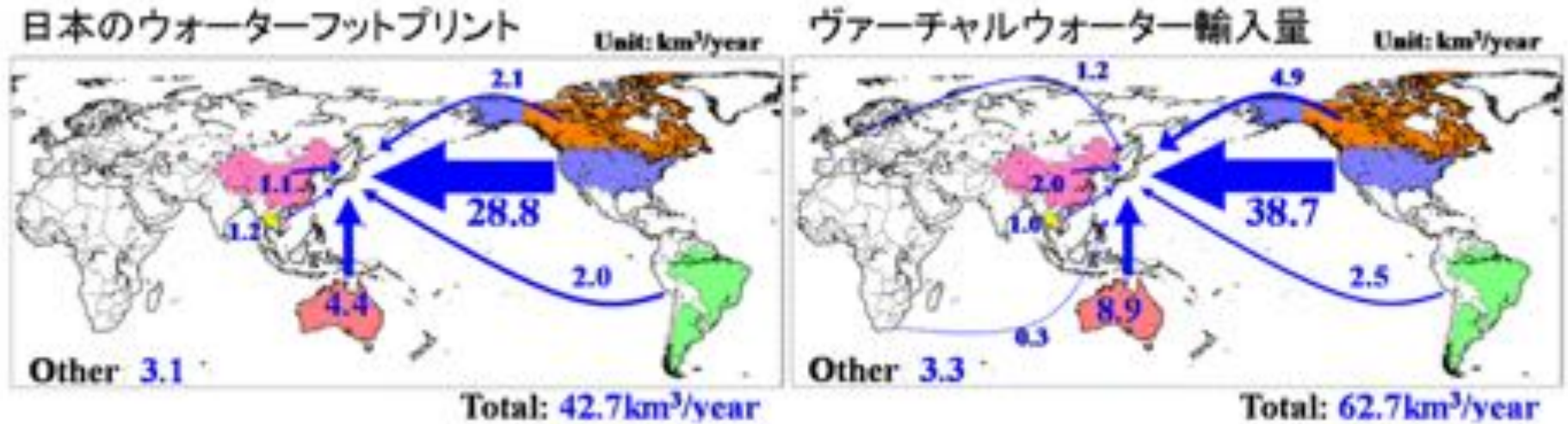


見かけ上、灌漑農地が農地面積の増加に寄与

現在は灌漑農地も増加していない

Source: FAOSTAT

日本の仮想水／ウォーターフットプリントの輸入



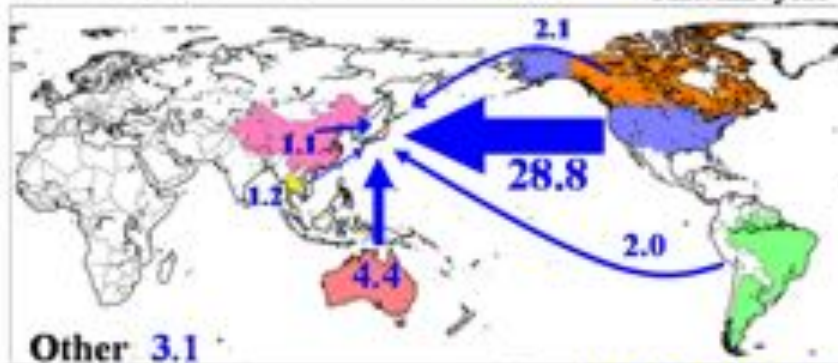
いったいどんな水を使っているのか？
Green Water or Blue Water?
あるいは 化石地下水？

結果2 (犬塚他. 2008)

ウォーターフットプリントの取水源

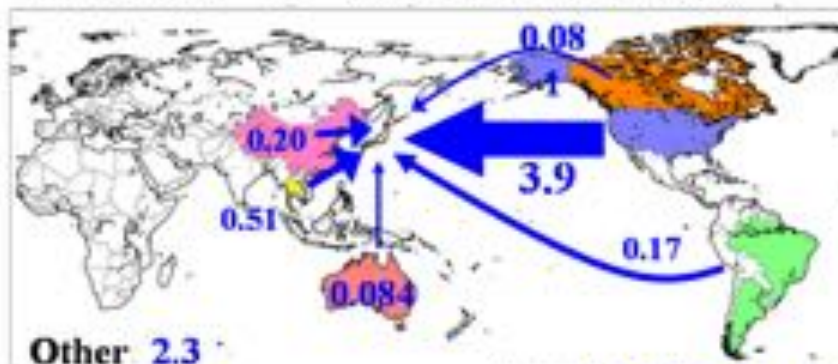
日本のウォーターフットプリント

Unit: km³/year



Total: 42.7km³/year

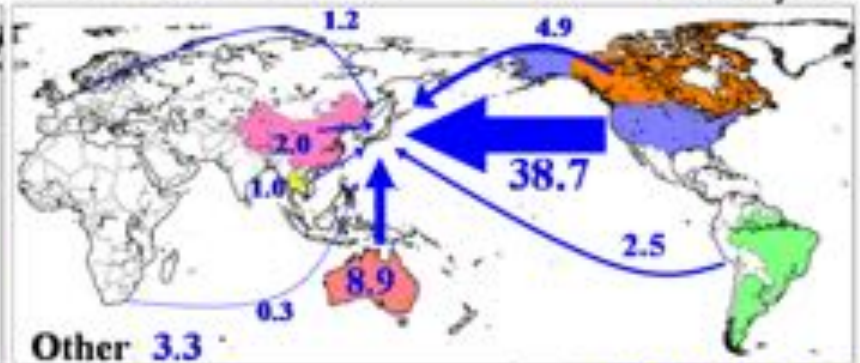
日本のウォーターフットプリント(灌漑水)



Total: 7.3km³/year

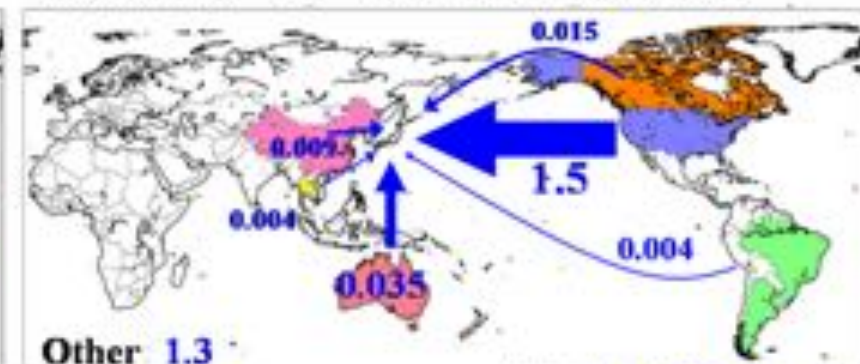
ヴァーチャルウォーター輸入量

Unit: km³/year



Total: 62.7km³/year

日本のウォーターフットプリント(地下水)



Total: 2.9km³/year