

4.3 第12回若手かんがい技術者による海外事業・研究に関する事例報告会等

12月19日に東京大学弥生講堂アネックスで第12回若手かんがい技術者による海外事業・研究に関する事例報告会等を開催した。事例報告会では大学、研究所、コンサルタントから4人の講演者を招き、テーマである「かんがい排水分野における持続的な水循環のための教育研究」について現在行っている研究やインターンシップについて話題提供を頂いた。勉強会は、東京大学名誉教授である虫明功臣氏が「水の環を人の環に」と題し講義を行った。

事例報告会・勉強会終了後の総合討論では、各参加者が対話を通じて、「気づき」を得ることを目的とする「ワールドカフェ方式」でワークショップでは活発な意見交換が行われた。プログラムは表7の通りである。

参加者は農林水産省、研究機関、大学職員、コンサルタント会社、大学院生、大学生計35名。

表7 プログラム

議事	担当者
開会挨拶	日本 ICID 協会会長 林田直樹
事例報告①	鳥取大学 農学部 吉岡 有美 「濁水河川が周辺地下水に与える影響の環境同位体モニタリング」
事例報告②	農研機構 農工部門 中田 達 「IoT を活用した水利システムの Modernization ハードとソフトの両面から」
事例報告③	(一社) 海外農業開発コンサルタンツ協会 企画部長 大平 正三 株式会社三祐コンサルタンツ 荒川英孝 「ADCA における海外インターンシップの紹介」
勉強会	東京大学名誉教授 虫明 功臣 「水の環を人の環に」
総合討論	株式会社 三祐コンサルタンツ 東京支社長 久野 叔彦
閉会挨拶	農林水産省農村振興局設計課海外土地改良技術室長 石島 光男

事例報告①

鳥取大学 農学部 吉岡 有美

「濁水河川が周辺地下水に与える影響の環境同位体モニタリング」

2015年5月、石川県手取川上流部における大規模な斜面崩壊の後、手取川では継続的な濁水が発生し、手取川周辺で10～15mの地下水位低下が確認された。本研究では、環境同位体モニタリングによって、濁水の前後での地下水形成機構の変化の検証結果について発表が行われた。

事例報告②

農研機構 農工部門 中田 達

「IoT を活用した水利システムの Modernization ハードとソフトの両面から」

供給手動から需要手動への用水システムや、防災・減災の視点を有する治水システムへの転換は、用排水管理システムの Modernization と定義される。ポンプ・パイプラインの自動水管理制御、リアルタイム予測を活用した排水制御など、IoTを用いた現在進行中の研究が紹介された。

事例報告③

(一社) 海外農業開発コンサルタンツ協会 企画部長 大平 正三
株式会社三祐コンサルタンツ 荒川英孝

「ADCA における海外インターンシップの紹介」

ADCA が実施している海外インターンシップ制度の説明ならびにミャンマーでの研修紹介が行われた。

講義

東京大学名誉教授 虫明 功臣

「水の環を人の環に」

虫明先生の生い立ちから、これまで携わってこられた数々のプロジェクトや研究内容についてご講演があった。特に、利根川導水事業については、総合的水管理の視点から、社会的背景や各ステークホルダーの調整過程など、首都圏の水資源開発・管理の経緯に関する詳細な説明がなされた。今後、地球温暖化に適応する流域治水対策や水循環基本計画に基づく流域水循環計画など、総合的な流域水管理や国土保全管理において、ステークホルダー間の協調・連携がより一層重要になってくると考えられる。

総合討論（ワールドカフェ方式）

株式会社 三祐コンサルタンツ 東京支社長 久野 叔彦

「食糧生産のための用水は確保できるのか」といったテーマに対し、ワールドカフェ方式による討論を行った。国内の用水確保については参加者の多くが確保できだろうと考える一方で、灌漑施設のストックマネジメントに係るコストをどう確保するのか、輸入に頼っている現状を踏まえると、気候変動による水資源の偏在化によって用水不足の影響を受けるのではないかと、自給率を上げるためもっと農作物を生産するとなると用水は足りないのではないかと等、用水確保の課題点について、多様な意見が交わされた。



林田会長による挨拶



福田代表による YPF 活動の説明



鳥取大学 吉岡氏による講演



農研機構 中田氏による講演



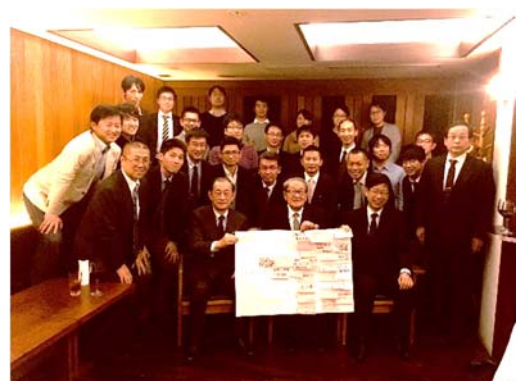
ADCA 大平氏による講演



三祐コンサルタンツ 荒川氏による講演



虫明氏による講演



集合写真

講演①

濁水河川が周辺地下水に与える影響の
環境同位体モニタリング

鳥取大学農学部
吉岡有美

濁水河川が周辺地下水に与える影響の 環境同位体モニタリング

鳥取大学農学部 助教

吉岡 有美

略歴

2014/7 博士(農学)取得

2014/8 農村工学研究所 特別研究員

2014/11 現職

鳥取大学



2

農学部・乾燥地研究センター

(旧農学部附属砂丘利用研究施設)

工学部

地域学部

医学部

人口:56.5万人
(日本の0.4%, 47位)
面積:3780km²
(日本の0.9%, 41位)
梨消費量(1人当たり)
ベニズワイガニ漁獲高
ローソン店舗数
大学院進学率



(鳥取県HP)



(JA鳥取HP)

砂地のスプリンクラー灌漑を利用して
らっきょ、長いも、葉たばこを栽培

報告会・研究会テーマ:かんがい排水分野における持続的な水循環のための教育研究

JICA集団研修1:乾燥地における持続的農業のための土地・水資源の適正評価

研修生 :10名程度(アフリカ+中東から)

研修期間:3ヶ月

講師 :13人

JICA集団研修2:灌漑効率や水生産性の改善に向けた農地・水管理(2018年度より)

研修生 :10名程度(ロシア語圏の国より, ロシア・ウクライナetc.)

研修期間:2週間

講師 :9人

→研修員の一部はその後留学生として修士課程へ入学.

アフリカの若者のための産業人材育成イニシアティブ(African Business Education Initiative for Youth: ABEイニシアティブ)「修士課程およびインターンシップ」プログラム

日本人学生の就職先:公務員, コンサルが大半

海外での研究



学内での研究体制

- ・国際乾燥地研究教育機構(2015~)

研究体制

- ・JSPS 海外学術調査
- ・JSPS 二国間交流事業
- ・JST+JICA 地球規模課題対応国際科学技術協力プロ(SATREPS)
- ・受託研究

留学体制

- ・JSPS 頭脳循環を加速する若手研究者戦略的海外派遣プロ
- ・その他 フルブライト奨学金(アメリカ限定)



2015年5月の大規模な地すべり性斜面崩壊以降、
手取川で継続的に濁水が流下。



手取川上流の崩壊現場 = 2015年6月2日、近畿中国森林管理局提供

(2015/5/28, 北國新聞)

200m × 200m × 50m (100年に1度)
河道内に50万m³の土砂堆積



斜面崩壊
発生地点
(2015/5)

濁水河川が周辺地下水に与える影響の 環境同位体モニタリング(2016/4ー)



犀川

石川県手取川

面積

1

標高

0~80m

水田面積率

47%

人口

80万人

地下水利用量

840万m³/y

地下水涵養源: 水田と河川からの浸透水

白山山地

手取川

梯川



5km

esri®

Source: USGS
Source: NASA, NGA, USGS
Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, i-cubed, USDA, USGS, AEX, Getmapping, AeroGRID, IGN, IGP, and the GIS User Community

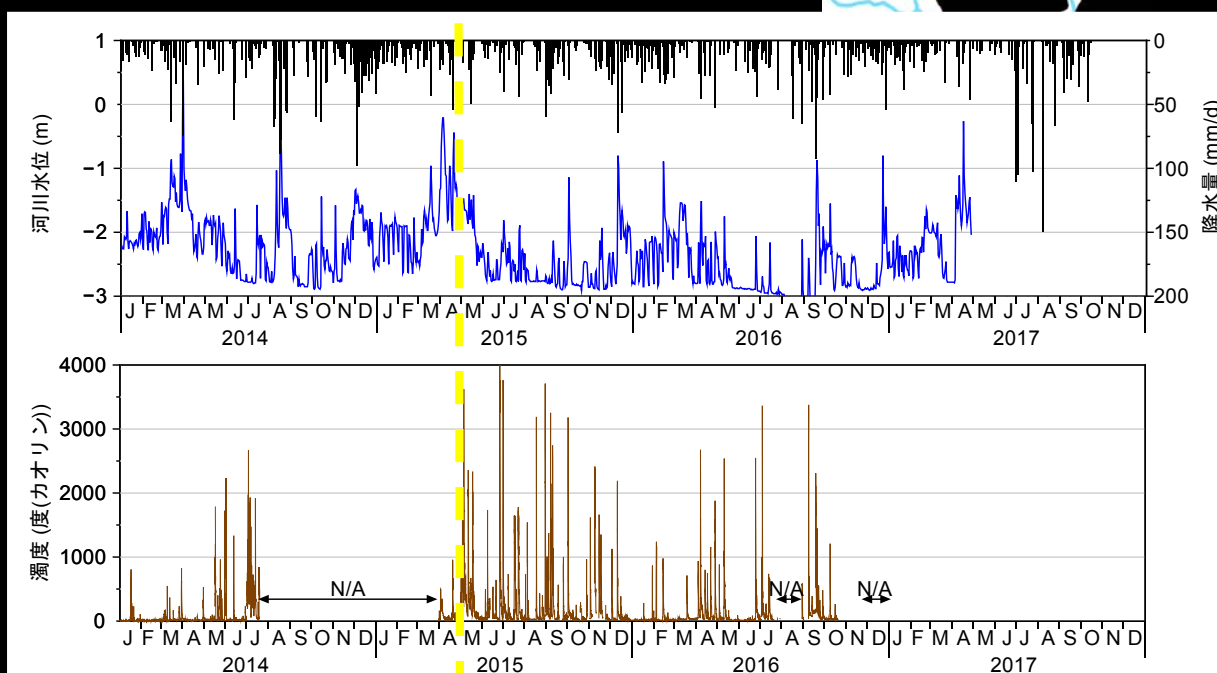
水路を流下する濁水 (2016/6)

左岸域での 配水



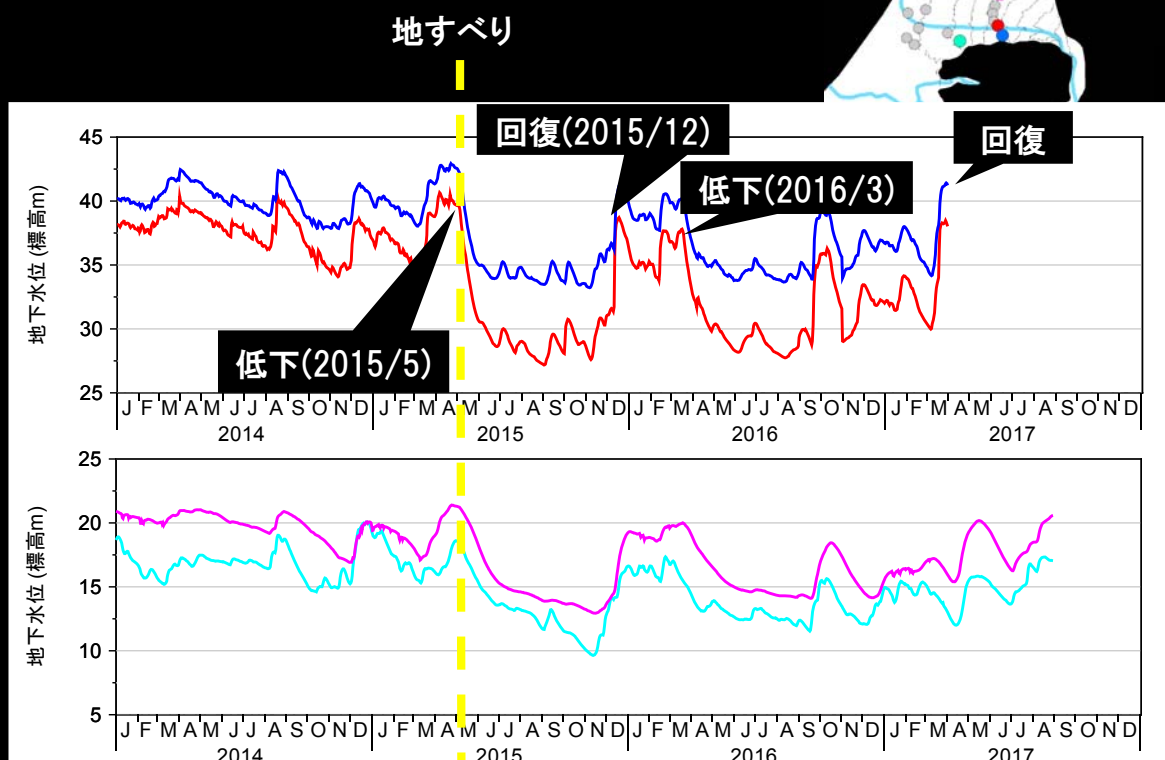
背景

斜面崩壊



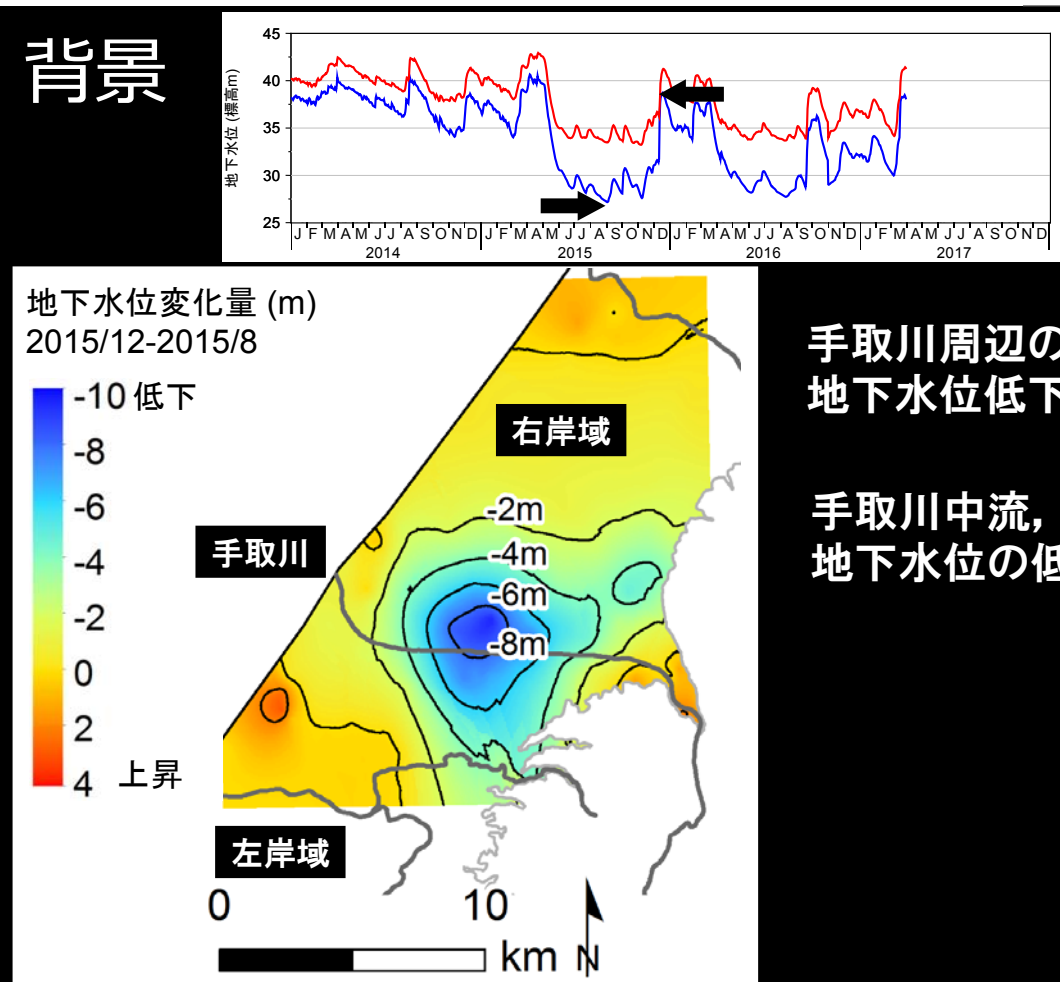
背景

9



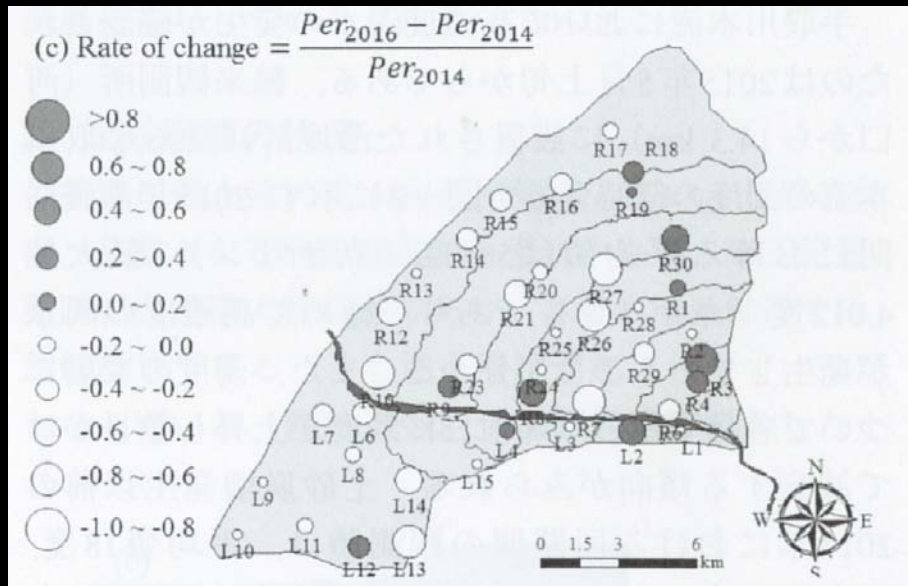
背景

10



手取川周辺の広域で
地下水位低下。

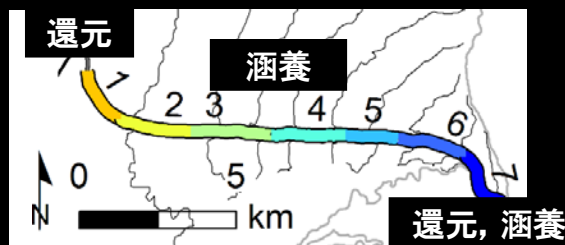
手取川中流, 右岸域で
地下水位の低下量大。



(田中ら、2017)

田中ら(2017)は濁水流下前後で水田涵養量 (2014/5と2016/5) を比較

- ・涵養量は平均36%減, 調査地点の25%で50%減.
- ・右岸で涵養量の減少量大. 左岸では減少量は小さい.



伏没・還元量 (m ³ /d/m)							
河口からの距離 (m)	1.0 ~ 3.0	3.0 ~ 5.3	5.3 ~ 7.9	7.9 ~ 10.3	10.3 ~ 12.0	12.0 ~ 14.3	14.3 ~ 16.3
セクション	1	2	3	4	5	6	7
2008/10	0.5	-0.1	-1.3			0.2	0.7
2009/10	0.3	-0.5	-0.6	-1.0	0.2	0.1	1.0
2010/8	0.4	-0.6	-0.5	-0.7	-2.2	0.8	0.7
2010/11		-0.7	-0.3	-1.4	-0.7	1.0	0.6
2013/1		-0.2	-0.9	2.1	-1.9	-1.1	0.6
2013/10		0.3	-1.8	-0.1	-0.7	0.9	-0.3
2013/11		0.1	-0.8	0.3	-0.2	0.7	0.0
2014/10	-1.2	-0.8	0.0	-1.2	0.9	2.0	-0.3
2015/6	1.5	-0.6	-0.8	-0.2	0.5	-0.5	0.3
2015/8	1.0	-0.2	-0.4	0.1	0.0	-0.1	0.5
2016/6	0.2	0.1	-0.3	0.1	0.3	-0.1	-0.1
2016/8	0.2	-0.1	-0.5	-0.1	0.2	-0.2	0.2

正值: 還元 (地下水→河川)

負値: 涵養 (河川水→地下水)

斜面崩壊

涵養区間および涵養量が減少. 河川流量も減少.

目的

13

河川の目詰まりが原因という説もあるが、科学的な検証はなされていない。

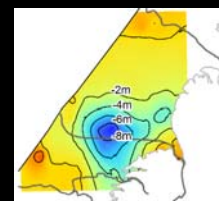
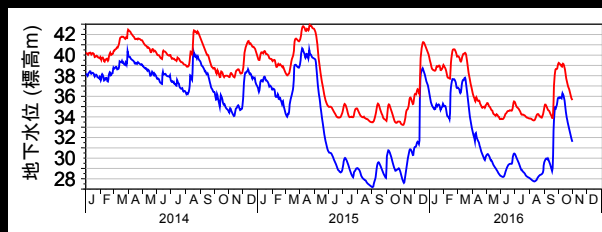


濁水流下現象の前後での地下水形成機構の変化を検証(有無を含めて)、濁水流下現象による影響の把握。

環境同位体モニタリング

→分布特性, 経時変化, 過去の同位体比分析結果と比較検討

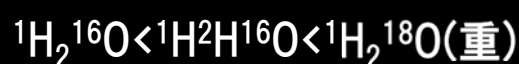
- ・地下水流動経路
- ・河川や帯水層の目詰まり
- ・地下水形成機構(各種涵養水の寄与)



環境同位体

14

同位体	質量	存在度
^{16}O	15.995	0.997573
^{17}O	16.999	0.00038
^{18}O	17.999	0.00205



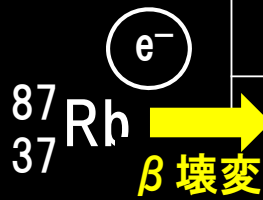
重い水の方が凝縮しやすく、蒸発しにくい。

→蒸発の影響を強く受ける水田からの涵養の寄与を評価。

同位体	質量	存在度
^1H	1.008	0.9999
^2H	2.014	0.0012

ストロンチウム安定同位体

15



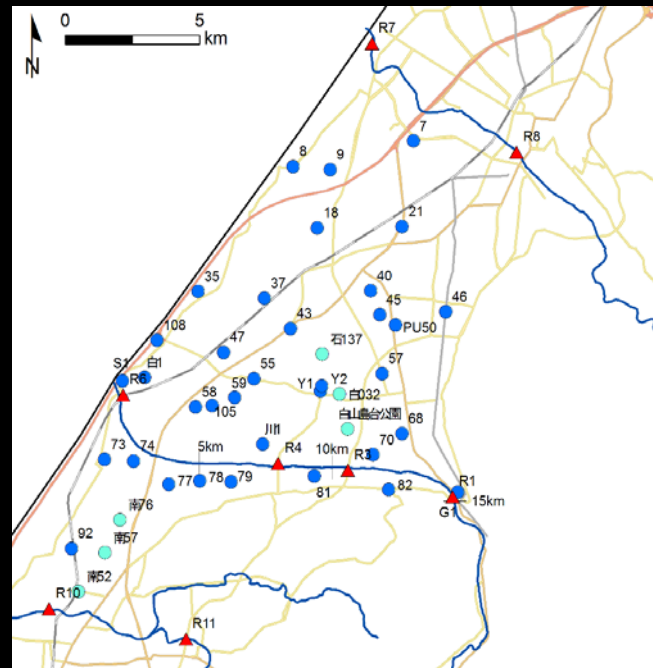
同位体	質量	存在度
$^{84}_{38}\text{Sr}$	83.913	0.00675
$^{86}_{38}\text{Sr}$	85.909	0.1194
$^{87}_{38}\text{Sr}$	86.909	>0.08
$^{88}_{38}\text{Sr}$	87.906	1

1	H		
3	Li	4	Be
11	Na	12	Mg
19	K	20	Ca
37	Rb	38	Sr
55	Cs	56	Ba
87	Fr	88	Ra

- ・地球創世期に存在した ^{84}Sr , ^{86}Sr , ^{87}Sr , ^{88}Sr に ^{87}Sr のみ付加.
- ・Rbが多い, 地質年代が古いほど ^{87}Sr が増加.
- 地下水の流動経路を示す指標.
- ・ ^{87}Sr と存在割合の近い ^{86}Sr との比($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$)で表現.
- ・Ca, Mgと同じアルカリ土類金属であり, 地球化学的性質が類似.

採水調査

16



降水 1

○: 地下水・湧水, △: 河川水,
□: 田面水・用水

採水調査

17



浅層地下水 33



湧水 2



河川水 11



用水
田面水 6

降水 1

期間

2008/8, 2009/11, 2011/6
2016/4 ~ 2017/10 (2ヶ月間隔)

分析項目

EC, pH, 水温

TN, TP,

陽陰イオン

酸素・水素同位体比

ストロンチウム同位体比

($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$)

微量元素 (Sr, Si, Rb, Pb)

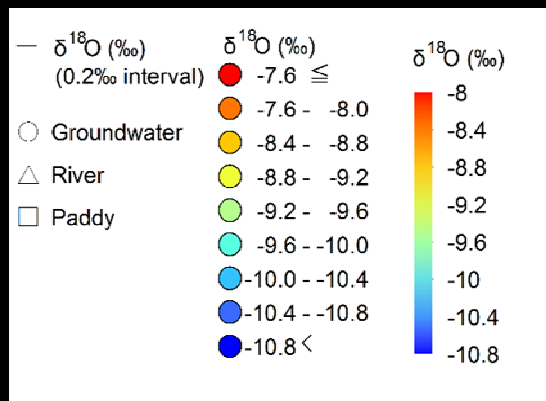
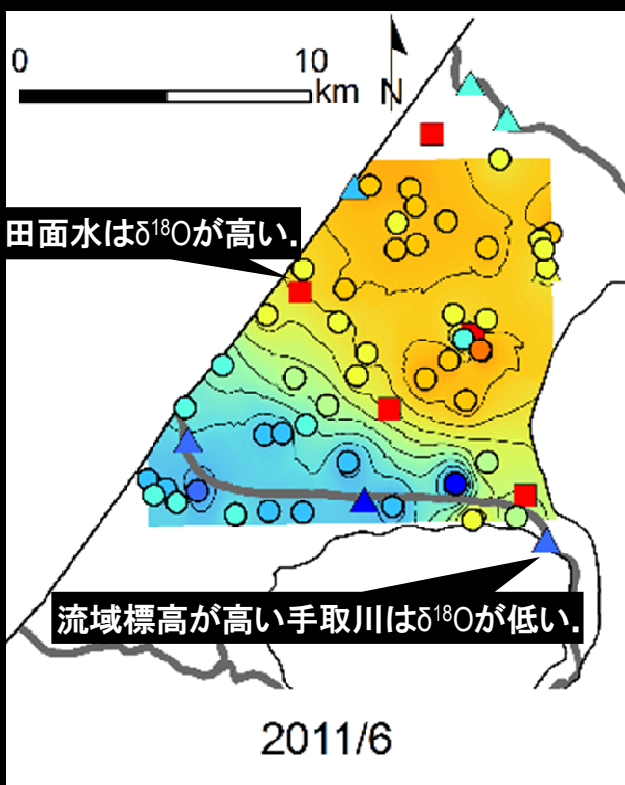
総合地球環境学研究所の共通機器を利用
水同位体分析装置

二重収束型マルチコレクタ

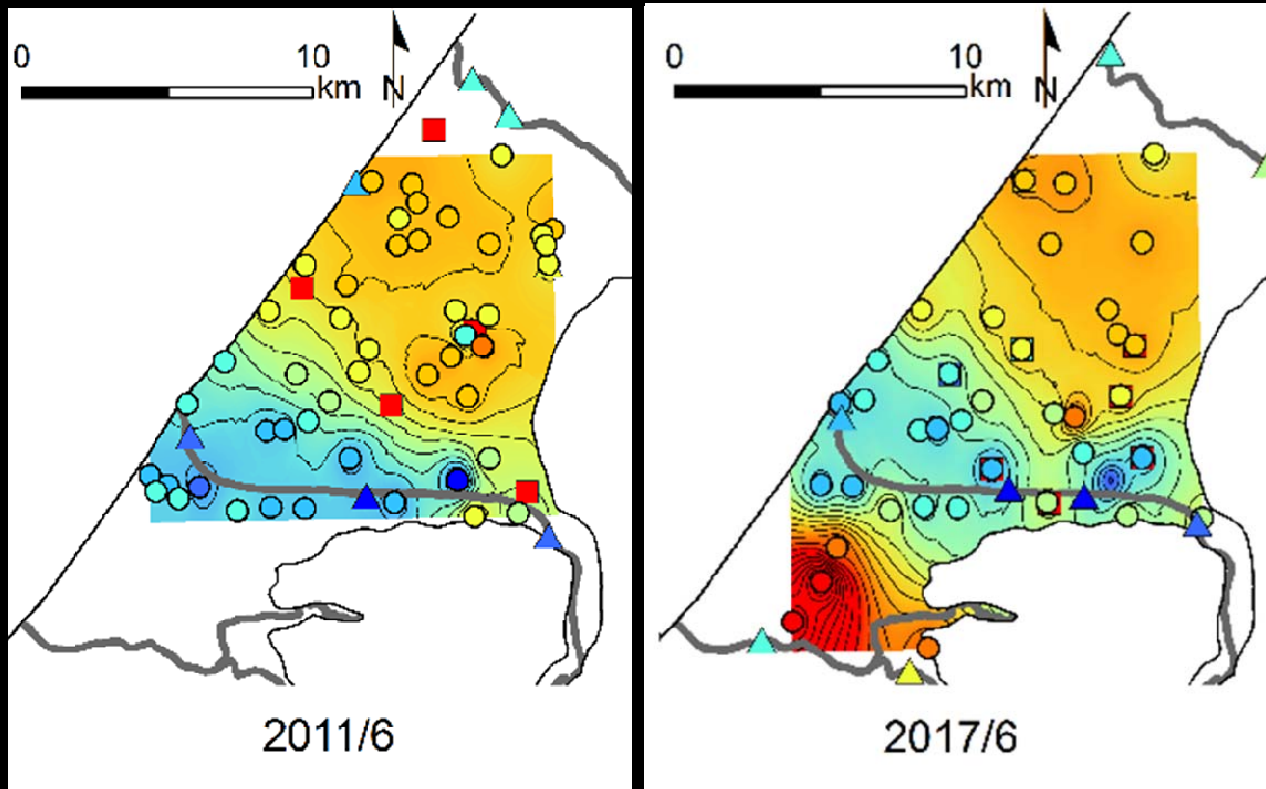
誘導結合プラズマ質量分析装置

$\delta^{18}\text{O}$

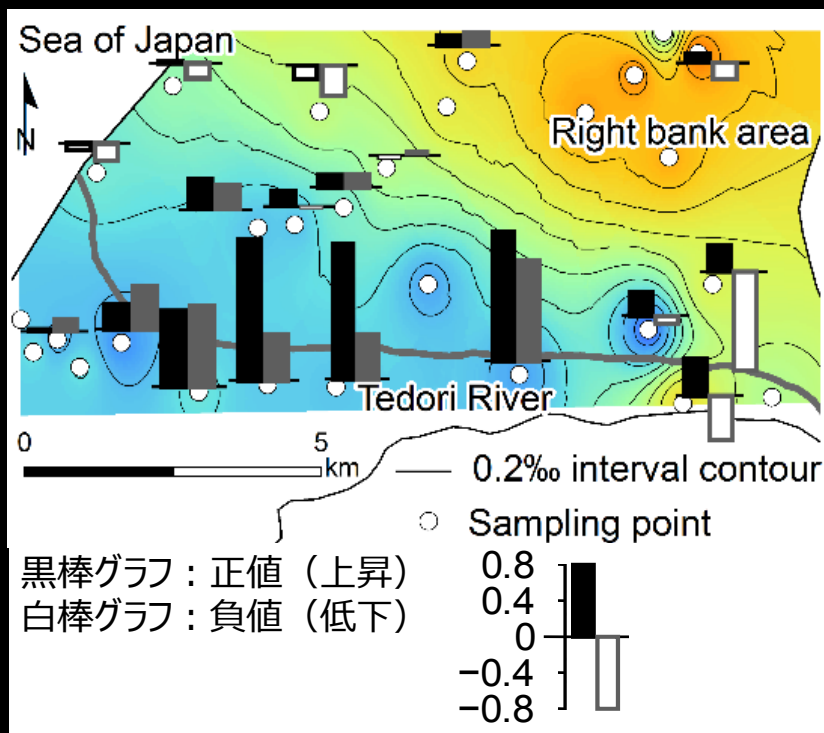
18



手取川周辺地下水の $\delta^{218}\text{O}$
低く、手取川から離れるに
つれて高い。
→河川周辺は河川水涵養
による希釈が支配的。



斜面崩壊後は、手取川河川水と周辺地下水で同位体比に差異。

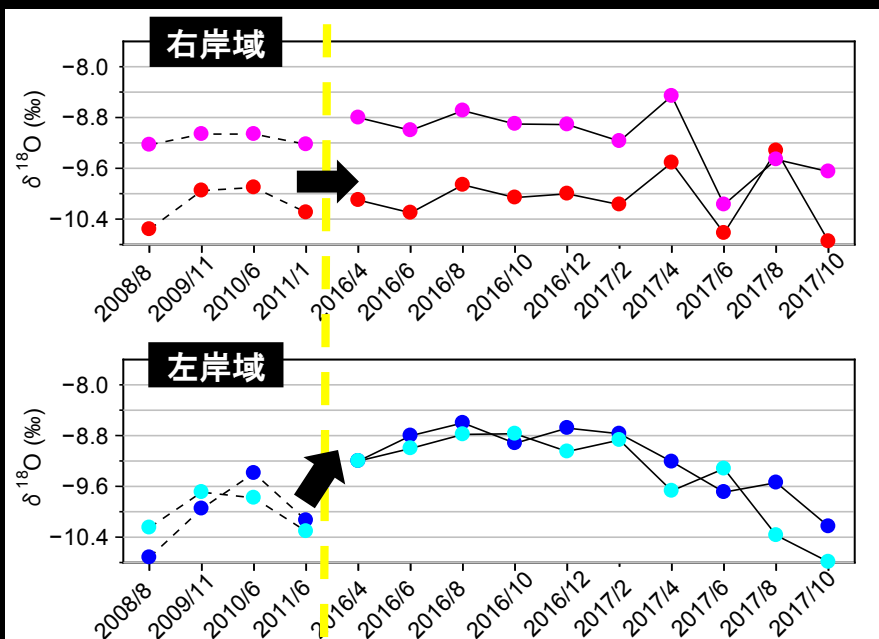


左岸域で同位体比の上昇量大。
→水位回復がみられた2017年も継続。

$\delta^{18}\text{O}$

斜面崩壊

21

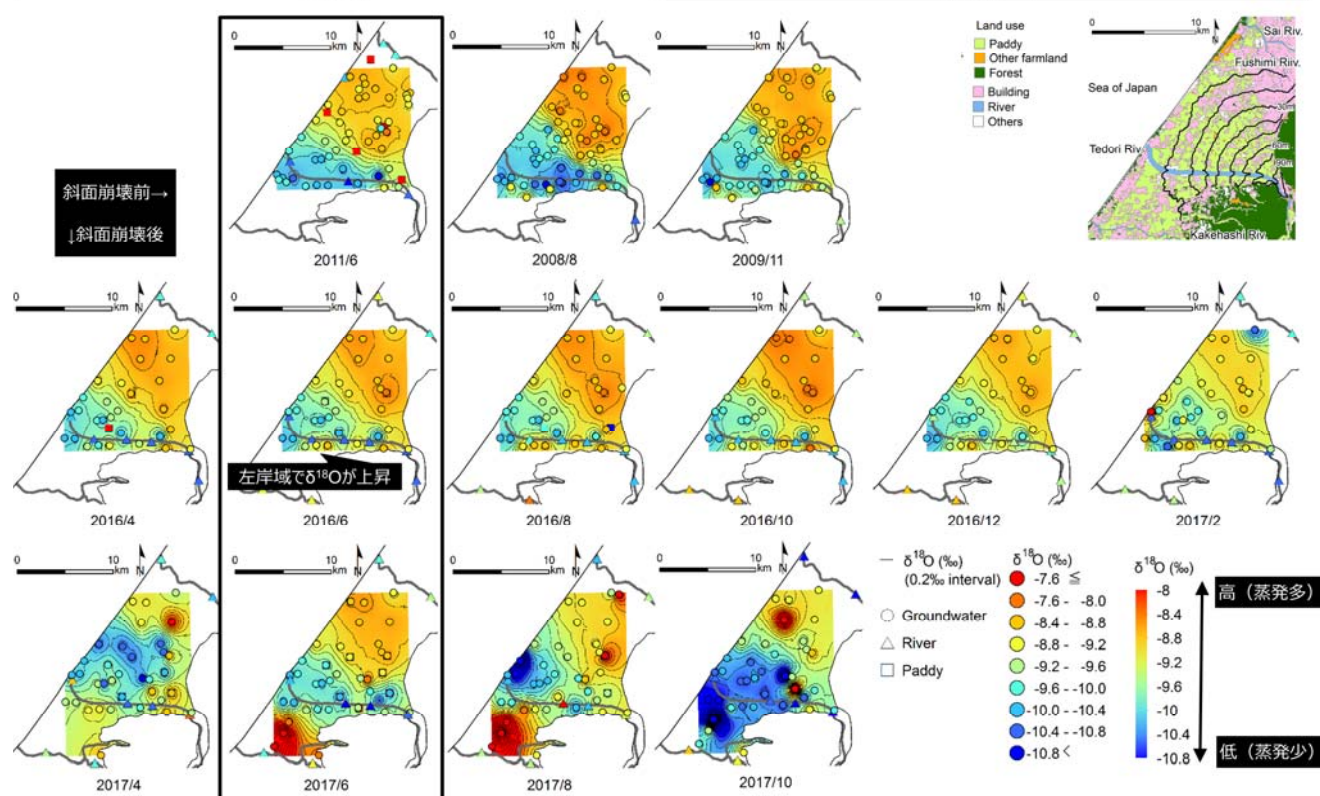


濁水流下後の左岸域で2011年6月より $\delta^{18}\text{O}$ が上昇。
→水田涵養の寄与の増加。

 $\delta^{18}\text{O}$

灌漑期

非灌漑期

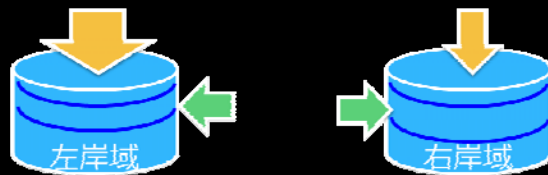


まとめ1

23



斜面崩壊



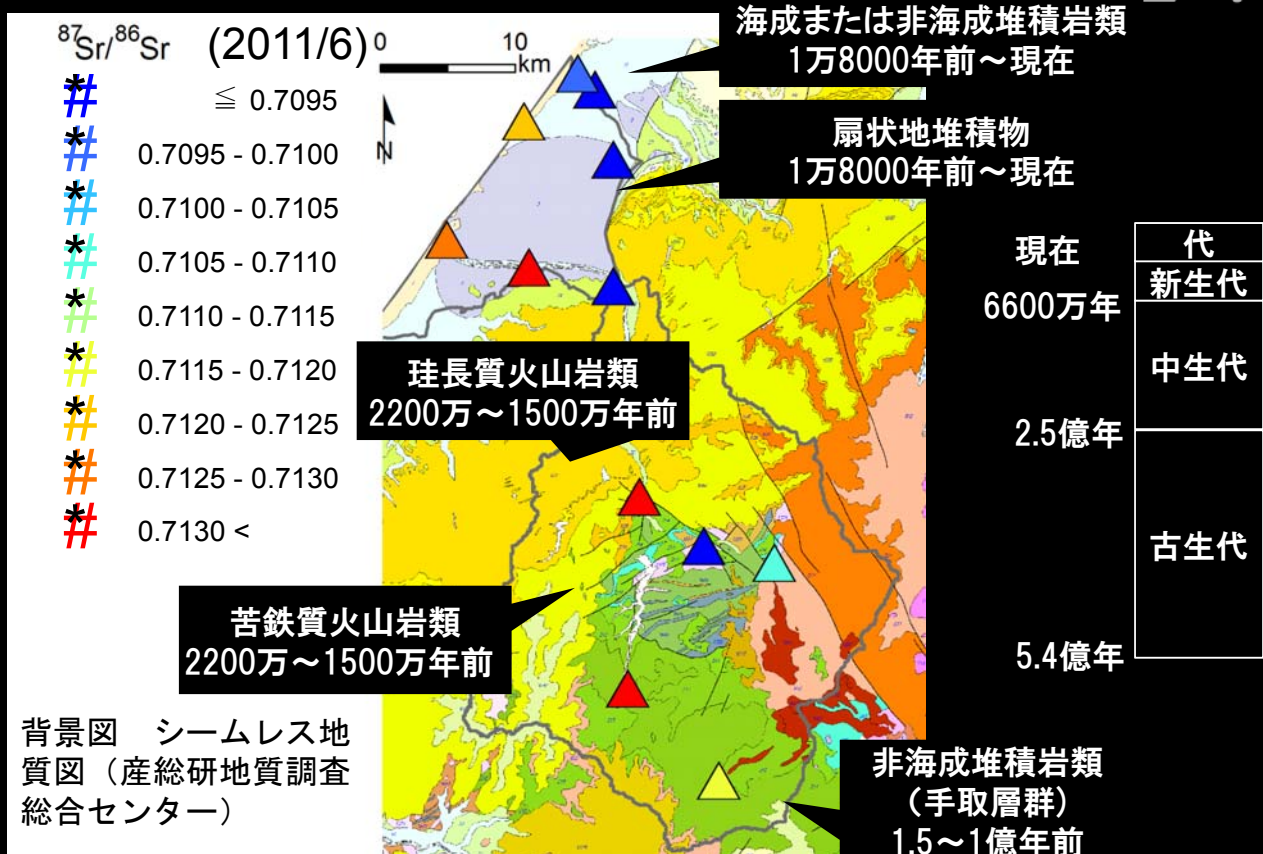
河川涵養量減,

・左岸域では減少分を水田涵養量が補う。
→地下水位の低下量少.

・右岸域では水田涵養量の減少量が大きいため減少分が補なわれない。
→地下水位の低下量大.

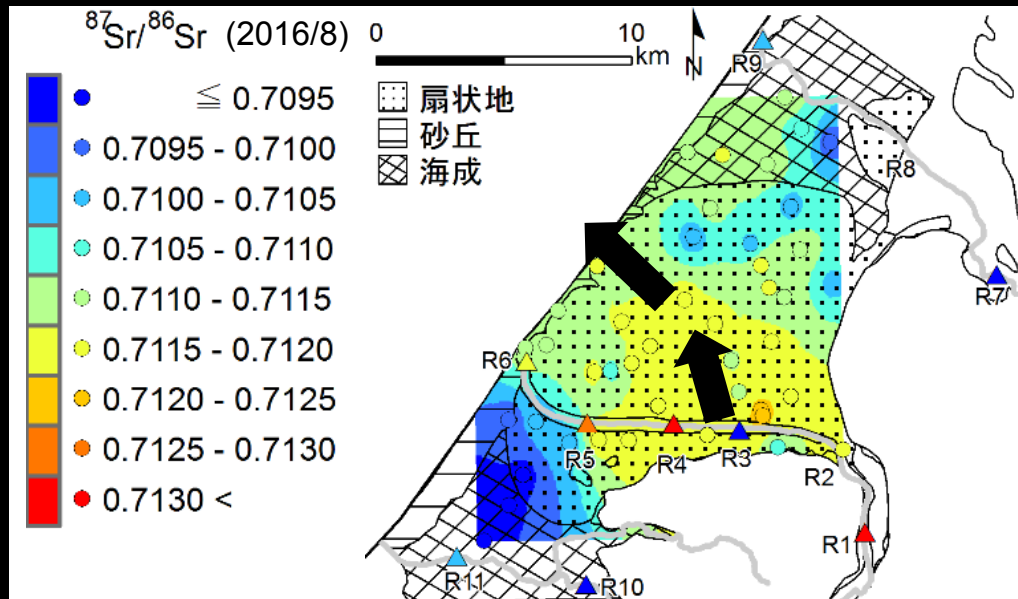
地表水の $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 分布特性

24



地下水の $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 分布特性

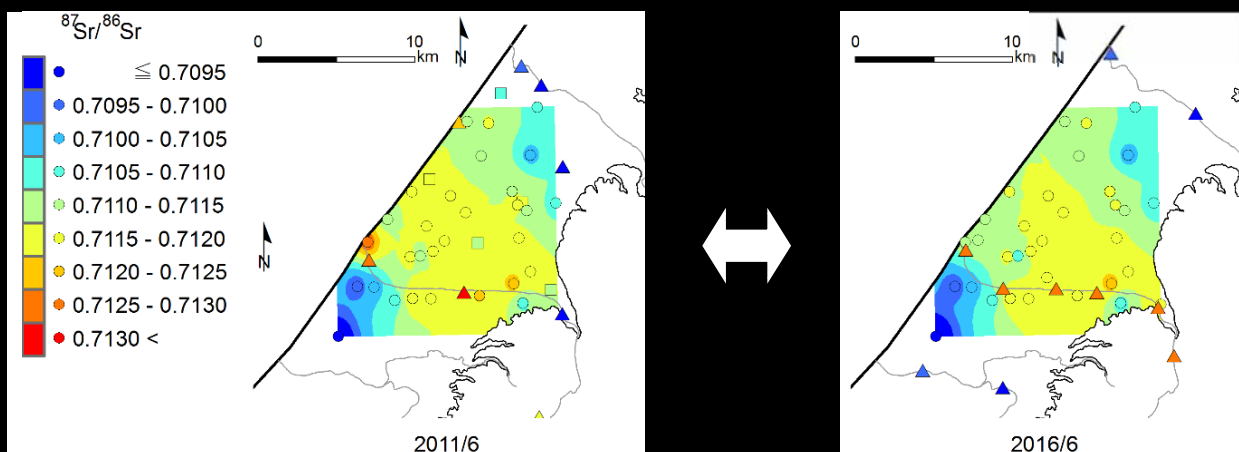
25



地質分布を反映. 海成層が分布する領域では低い.
手取川周辺で高く, 離れるにつれて低下.
手取川中流からの涵養水は扇状地中央まで流下.

地下水の $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 濁水流下前後の比較

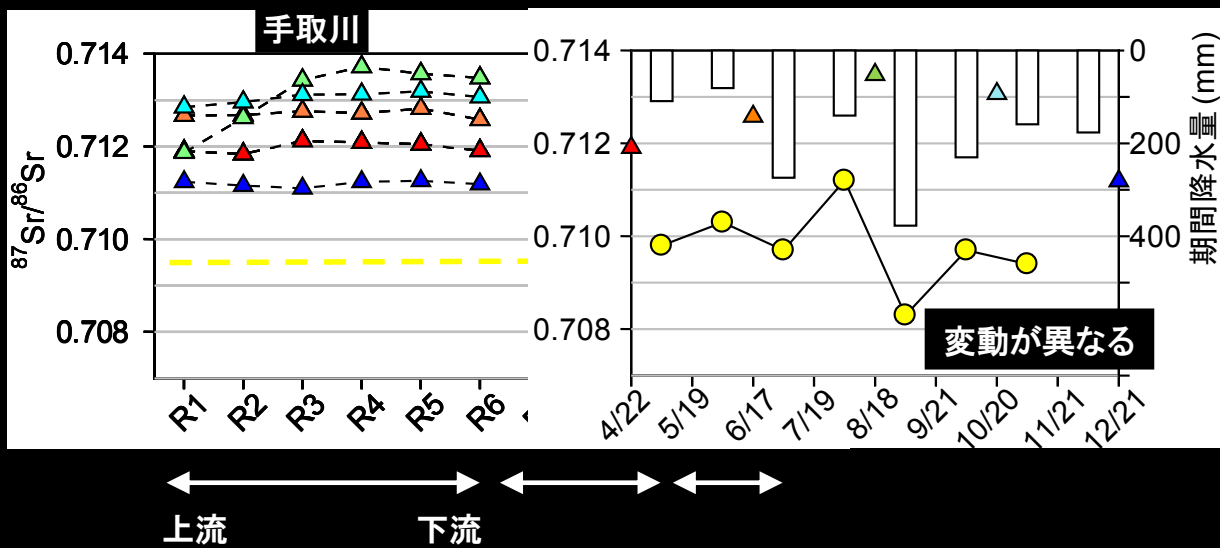
26



2011年との明瞭な分布の違いない.
→手取川上流域の土砂が, 扇状地内の地下水の $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 特性に与えた影響はない.
→地下水流動経路の変化はない.

地表水の $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 経時変化

27

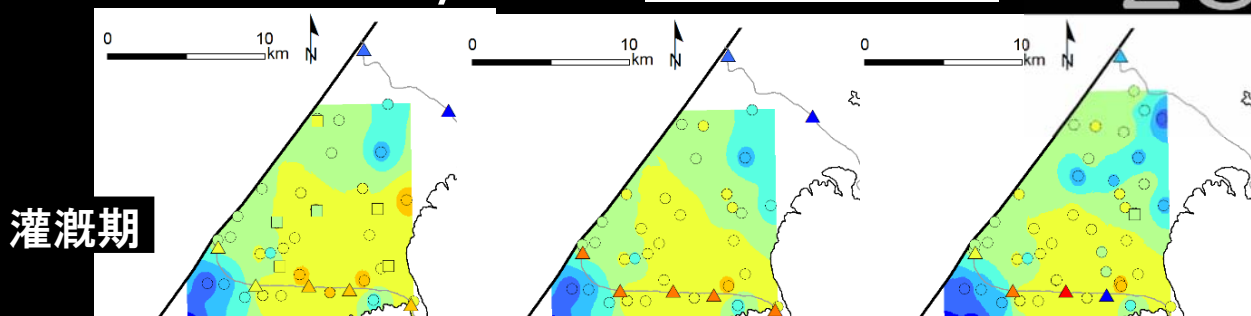


手取川は経時変化.

→降水量の多寡による上流域での流出経路の地質の違いを反映.
低流量時に高く, 高流量時には低い.

地下水の $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 濁水流下後の比較

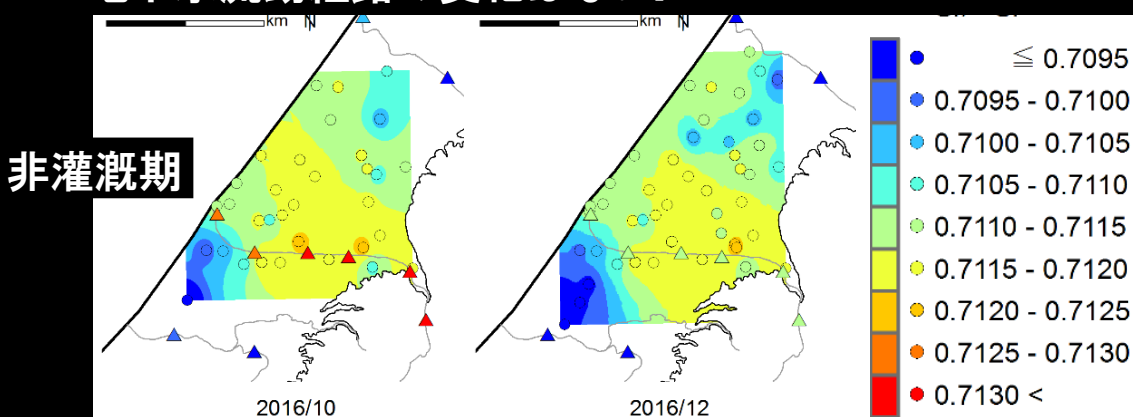
28



地下水の $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ の変動幅は平均0.0002(河川水は0.003)

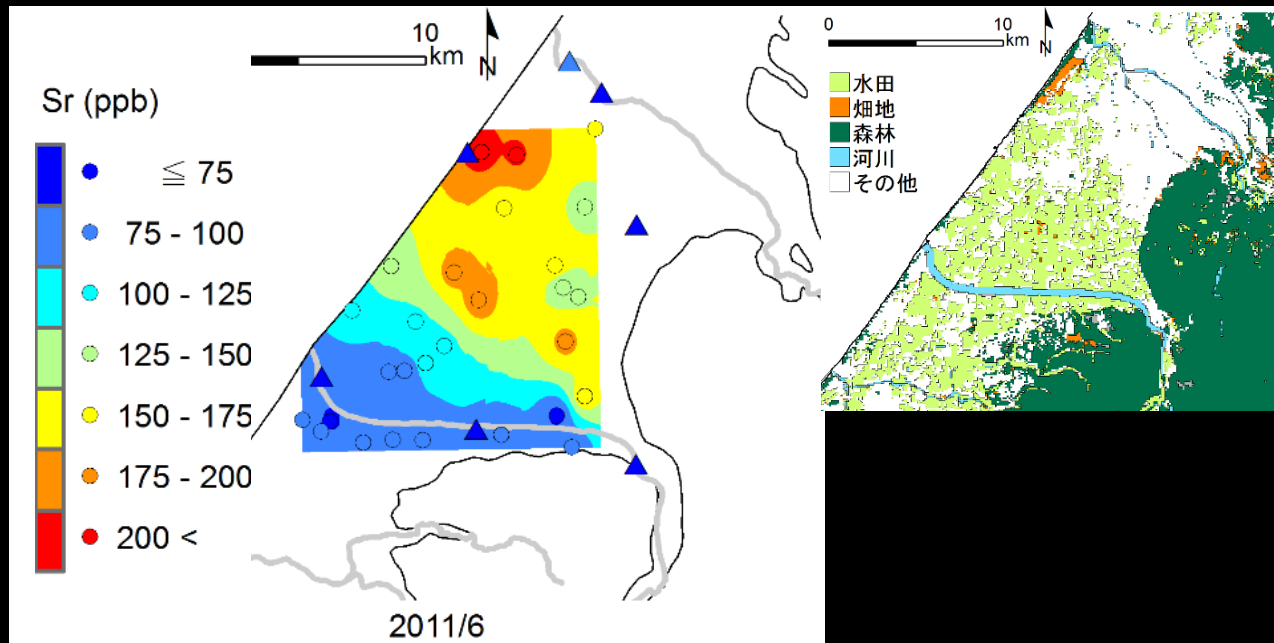
→河川からの涵養は, 地質体が強く緩衝.

→地下水流動経路の変化はない.



地下水のSr 分布特性

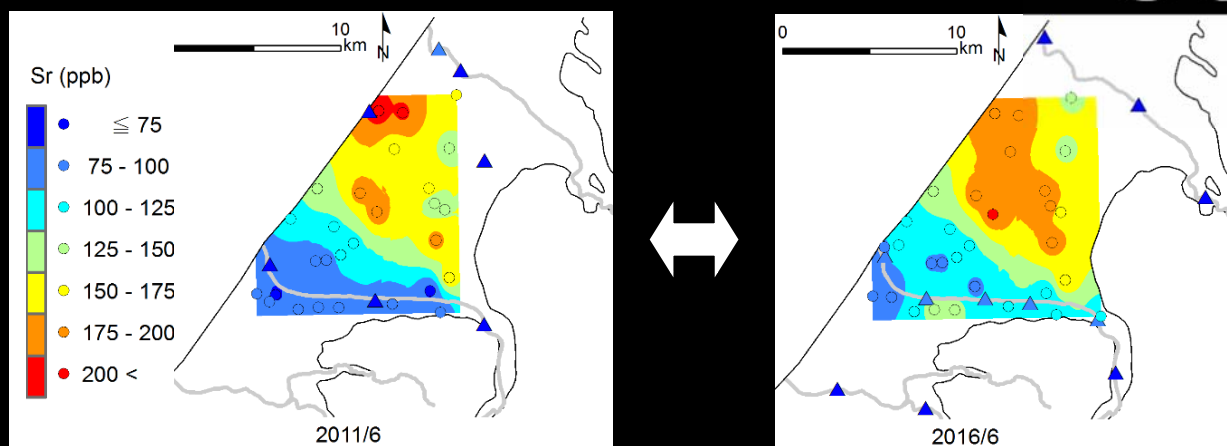
29



手取川周辺で低濃度，手取川から離れた農地周辺で高濃度。
→Ca, Mgと同様に農業活動の影響によりSrが溶出。
→河川水による希釈効果。

地下水のSr 濁水流下前後の比較

30

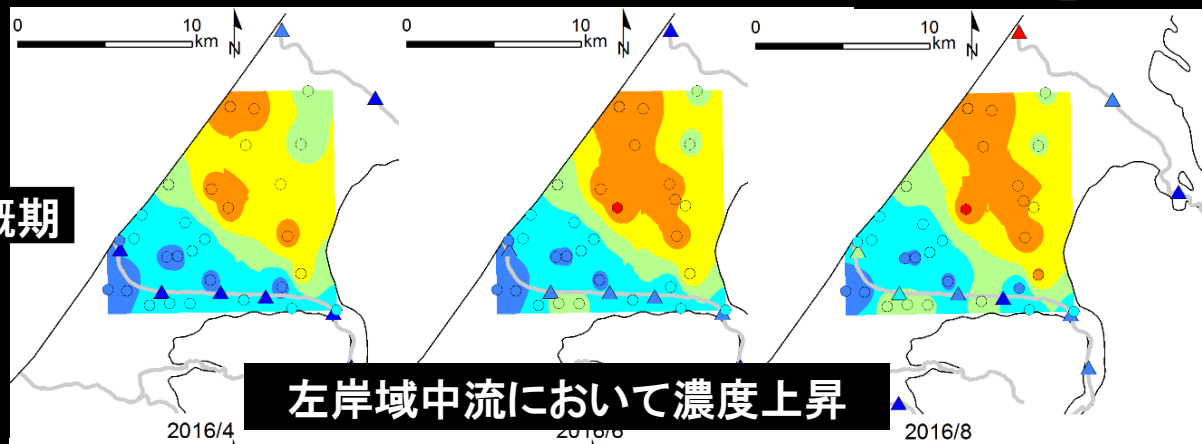


2016年は下流域以外の手取川周辺で濃度上昇
→希釈効果の減少。

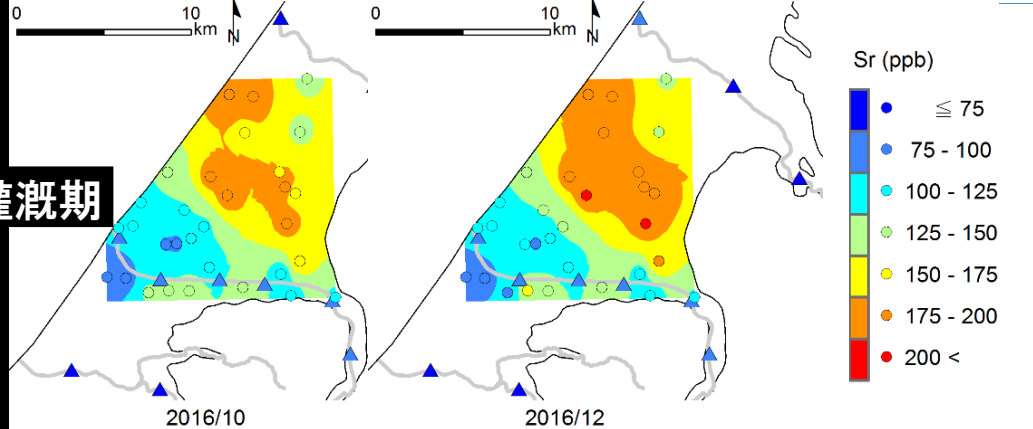
地下水のSr 濁水流下後の比較

31

灌漑期

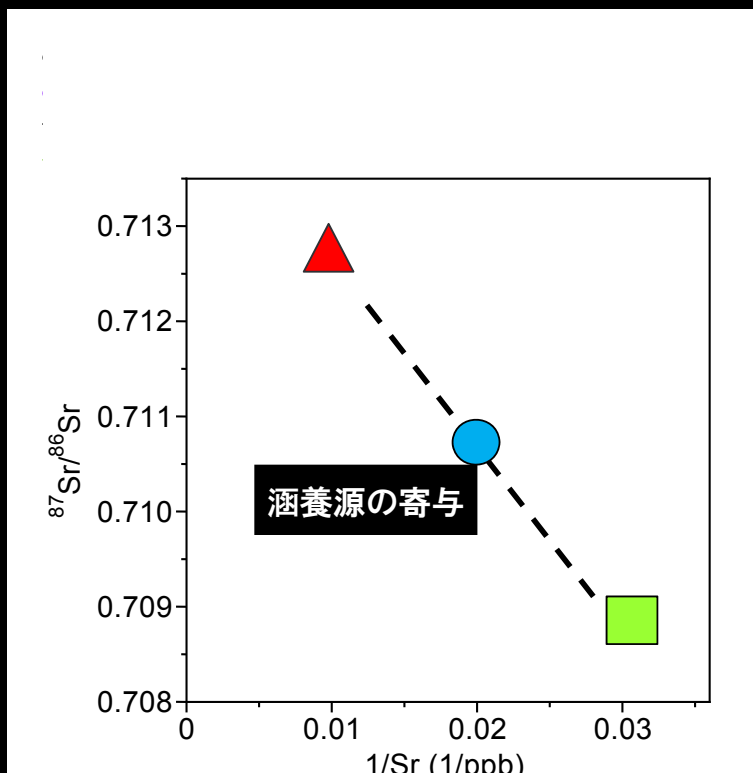


非灌漑期



$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ と $1/\text{Sr}$

32



用水は手取川河川水を取水.

→手取川と用水の $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ はおおよそ等しい.

灌漑後速やかに水田土壌の $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ を反映.

→田面水は0.001低下



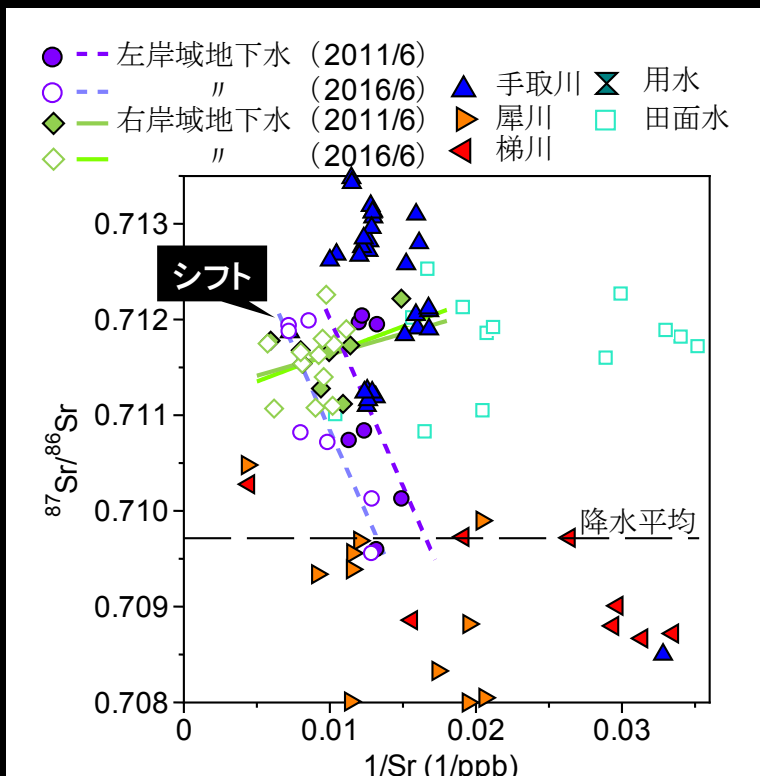
手取川と田面水の間.

流動するにつれて減少.
(Srが増加).



手取川・田面水と梯川の 中間.

扇頂から扇端部へ流動するにつれて $1/Sr$ が増加(Sr が減少)



左岸域地下水

2016年は $1/\text{Sr}$ が減少(Sr が増加).

→左岸域では濁水流下後に水田涵養の寄与の増加.

→ $\delta^{18}\text{O}$, $\delta^2\text{H}$ の結果と整合的.

まとめ2

- ・手取川上流域の土砂が、扇状地内の地下水の $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 特性に与えた影響はない.
- ・濁水流下による地下水流動経路の変化もない.
- ・**Sr濃度変化から水田涵養の寄与の増加を確認.** 濁水流下によって、左岸では地下水形成機構の変化が確認.

今後の課題

- ・微量元素(21項目)から斜面崩壊前後での変化を検証.

講演②

IoT を活用した水利システムの
Modernization ハードとソフトの両面から

農研機構 農工部門
中田 達

IoT を活用した水利システムの Modernization

- ハードとソフトの両面から -

農研機構 農村工学研究部門
水利工学研究領域
中田 達

1

自己紹介



既存の用水路システムを構成する分土工等の
水利施設の**水理機能診断手法**の開発

- 
- 更新事業のための計画設計手法
 - 合理的な水利システム操作・運用手法

豪雨等の気象災害に対する低平地域の
防災・減災のための排水管理手法の開発

- 
- 排水制御システムの「見える化」技術の実用化
 - 排水システムの最適管理支援システムの開発

2

What's <Modernization> ?



FAO 1997 Definition of Modernization:

A process of **technical and managerial upgrading** of irrigation schemes with the objective to **improve resource utilization** (labor, water, economics, environmental) and **water delivery service** to farms.

- 適切な日本語訳が見当たらない
 - 次世代化× 現代化△ ?
- ユーザーの身の丈に合ったアップグレード
 - 必ずしも「最先端」ではない
 - フェイルセーフ指向
 - 現在の技術体系で、これからの数十年汎用性あり

3

Today's Contents

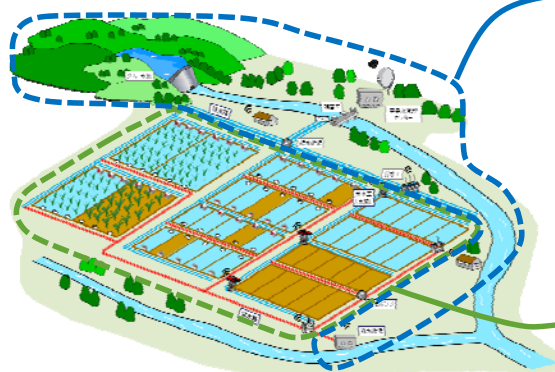


- Why Modernization ?
 - これまでの利水・治水とこれからの利水・治水
- What Modernization (will do) ?
 - ユーザーのニーズ
 - どのような効果があるのか？、何をしたいのか？
- How Modernization (will be done) ?
 - with **IoT**
 - 現在進行中の研究内容
 - ソフトとハードの両面

4

Why Modernization ?

利水



既存の基幹システムの
遠方監視制御システム
(TC/TM)

システムの結合

圃場から広域まで
シームレスな制御

経営体を中心とした用水システムへの移行

- ・ 供給主導から需要主導へ
- ・ 管理組織と用水管理の構成の変化
- ・ 統合水資源管理の上での「見える化」



5

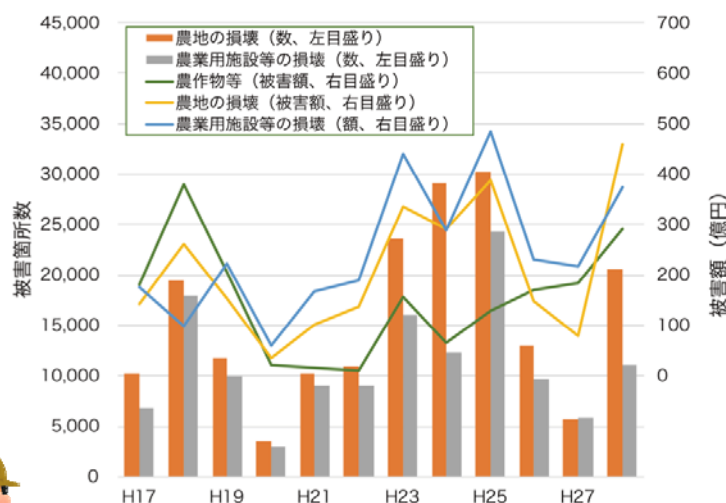
Why Modernization ?

治水

- ・ 人的被害の回避
- ・ 農作物被害の軽減



2015年9月 鬼怒川氾濫



農作物・農地・農業用施設の
損害額 ➡ 計600億円超

6

Why Modernization ?

治水

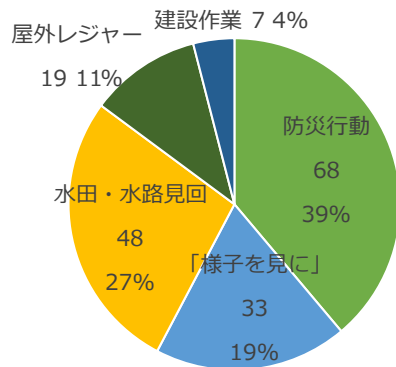


ちょっと水路の様子を見てくる

ポンプ場・放水ゲート

市街地の排水も負担

緊急時には、土地改良区職員や地域の管理者が操作



2004年から2014年までの豪雨災害時に活動していた犠牲者の被災理由 (牛山, 2015)

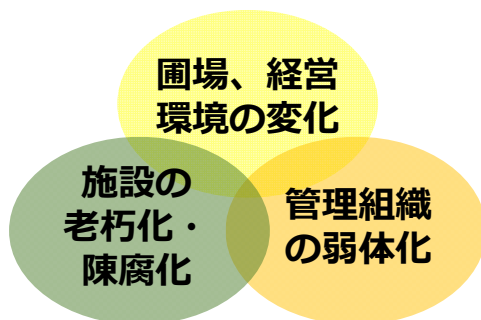


7

Why Modernization ?

利水

治水



用排水管理システムへのハード・ソフト両面での適切なアップグレードが急務

8

What Modernization (will do)

利水

担い手・
中心経営体

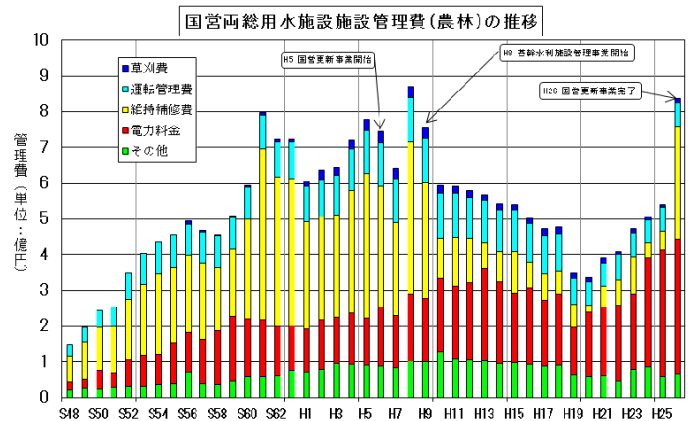
- Just in Time な用水利用
 - 水需要ピークのシフト
 - フレキシブルな利用
 - 水利費の削減



土地改良区



- コストカット
 - 電気代の高騰
 - 管理人員の圧縮



9

What Modernization (will do)

治水

担い手・
中心経営体

- 高収益な畑作物の湛水被害軽減
 - ◆ 圃場で排水特性をコントロールしたい
 - 用排分離、暗渠排水

土地改良区

- リスク回避
 - 危険な場所に行かなくてよい
 - 緊急放水ゲートの操作など
 - ゲリラ豪雨対応など
 - 危険な状態になる前に察知
 - ハザードマップ、アラートシステム
 - いざという時に故障しては困る
 - 危険な兆候を察知したい

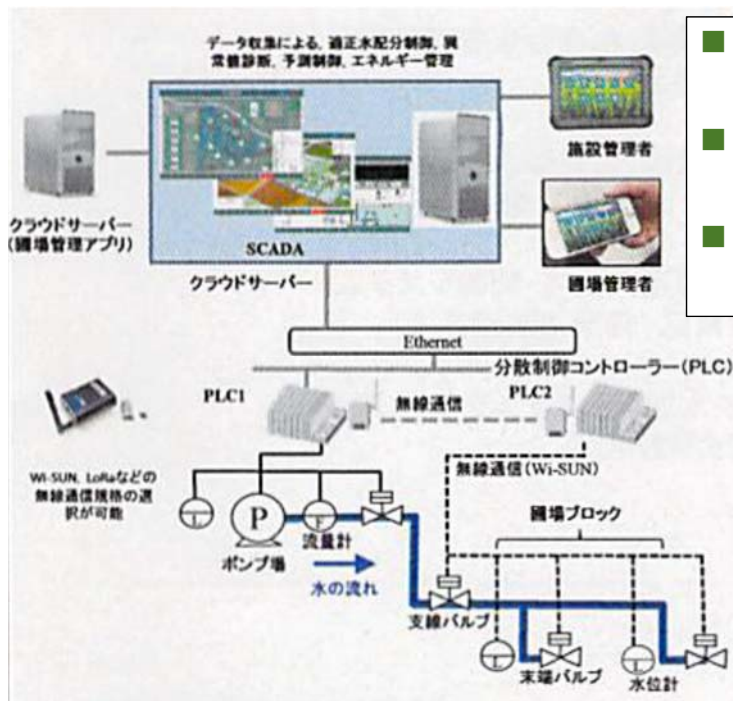
- 被害軽減



10

How Modernization with IoT

土地改良区、担い手農家、双方の利用が可能な
農業用水の管理制御システムを開発



- 土地改良区、担い手農家に共通のUI
- 汎用性の高いSCADA（監視制御・データ収集システム）とPLC
- LPWA（Low Power Wide Area）によるクラウド収集

SIPスマート農業
水管理システムの自動化・知能化
(2014-2018)

11

スケーラブルな水管理制御システム



基幹水利システム

中規模水利システム
(20~100 ha)

小規模水利システム
(5 ha以下)

圃場レベル

自動給水栓

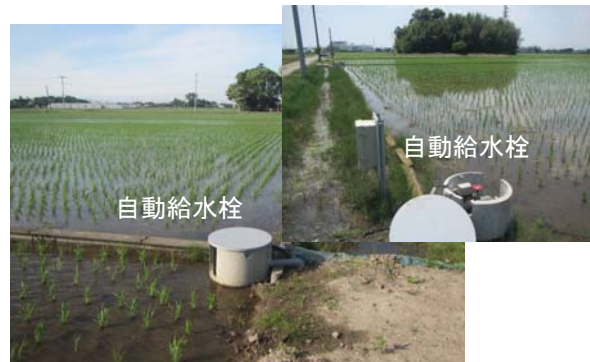
モニタリングシステム

12

ポンプ-パイプライン灌漑地区（小規模）の 自動水管理制御



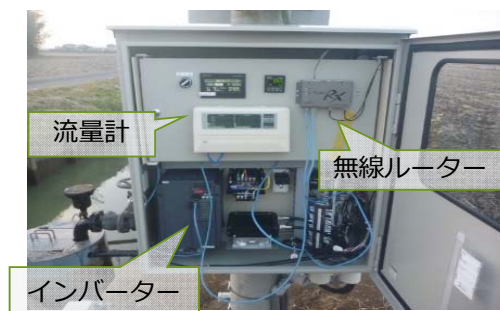
クラウドを通じたUI



圃場の水管理状況



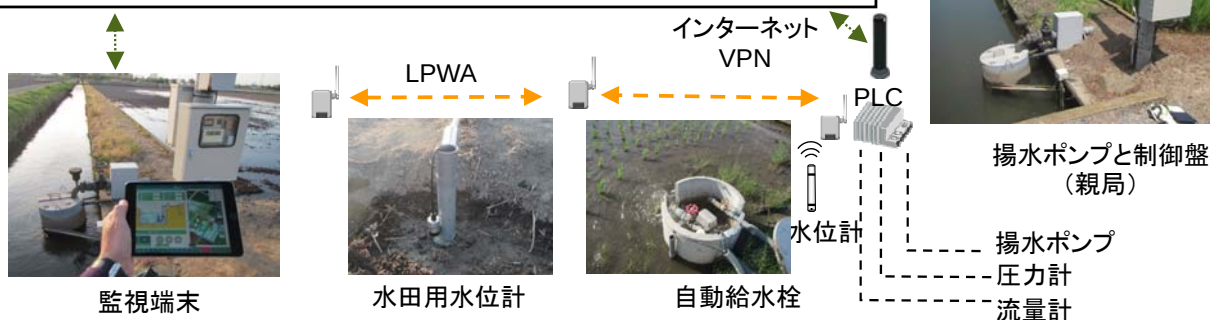
システムを設置した地区



PLC用耐候性制御盤の設置状況

13

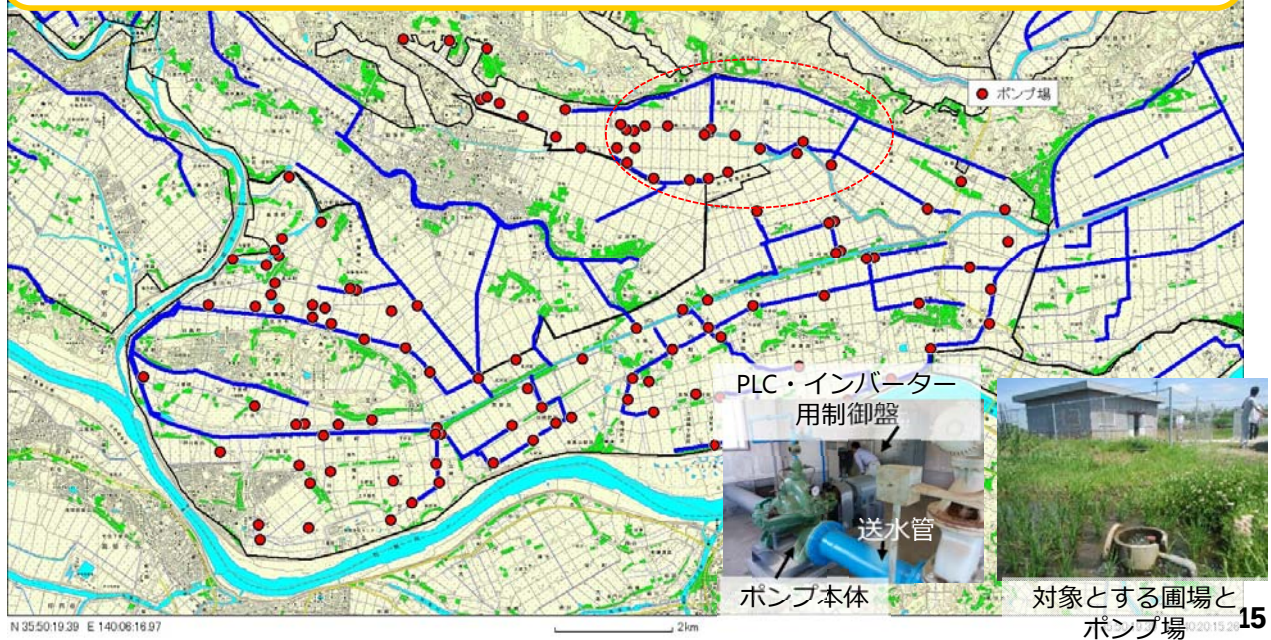
ポンプ-パイプライン灌漑地区（小規模）の 自動水管理制御



14

ポンプ-パイプライン灌漑地区（中規模）の 自動水管理制御

- 管内4033haの揚水機場130箇所で年間合計 5 6 0 0 kW使用
(年間1億円以上)
- ポンプ場一箇所あたり60万円～100万円/30haを負担



iDAS制御盤の状況



ポンプ場の状況



広域監視用 LPWA子局



自動給水栓稼動状況

リアルタイム予測を活用した排水制御

気象庁
雨量データ



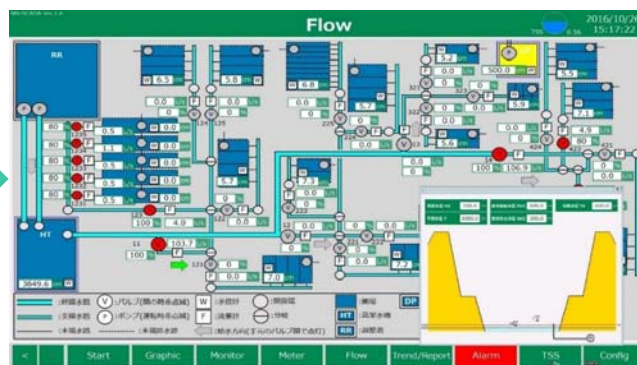
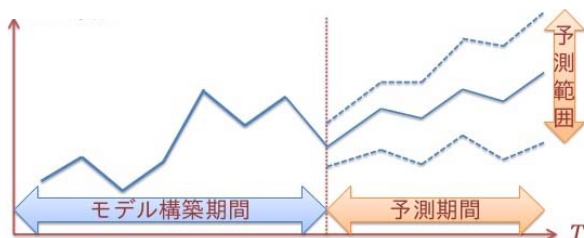
現地データ等



クラウド
サーバ

UI出力

リアルタイム予測



- ・ 危険な場所に行かなくてもよい
- ・ 危険な状態になる前に察知して回避できる

17

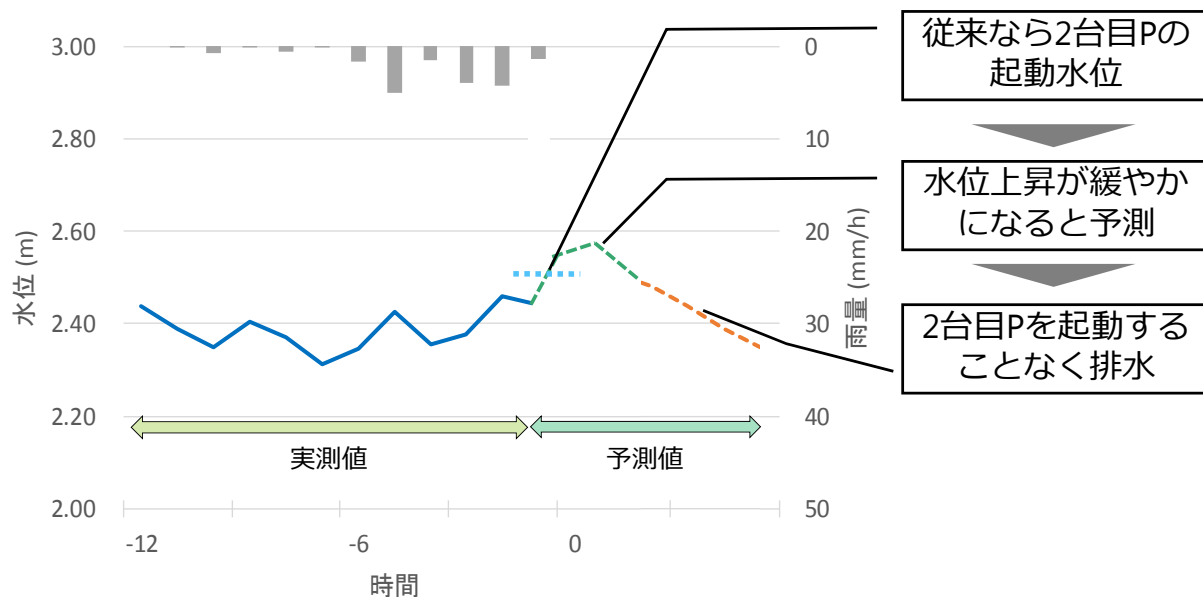
リアルタイムデータのUIイメージ



18

水位予測を活用したポンプ起動頻度の削減

水位の上昇量が緩やかになることが
予測された場合には、



ポンプの起動・停止水位を適切に変えることで、
複数台のポンプの同時稼働率を低減

19

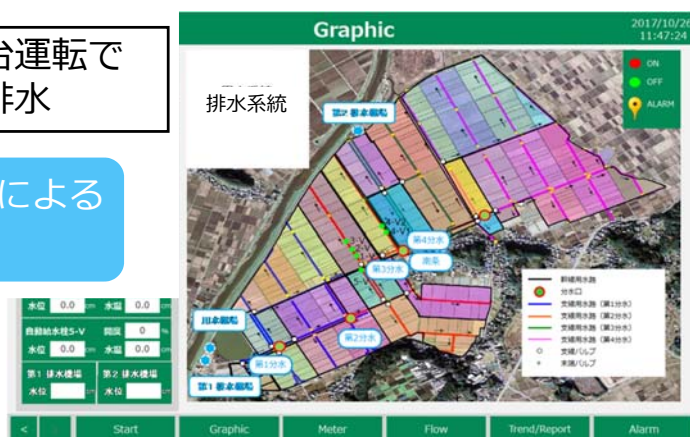
水位予測を活用したポンプ起動頻度の削減



2台目を起動する
ことなく排水

複数台運転で
排水

運転経費の比較による
意思決定



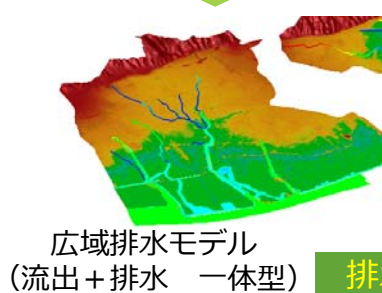
20

排水制御による気象災害被害軽減

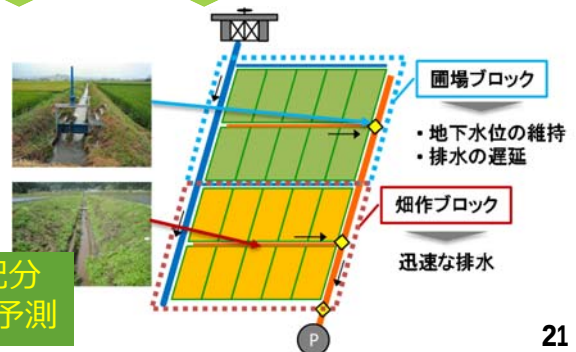
担い手・
中心経営体

- 高収益な畑作物の湛水被害軽減
- ◆ 圃場で排水特性をコントロールしたい

気象災害による減収を軽減するには



排水負担の最適配分
リアルタイム排水予測



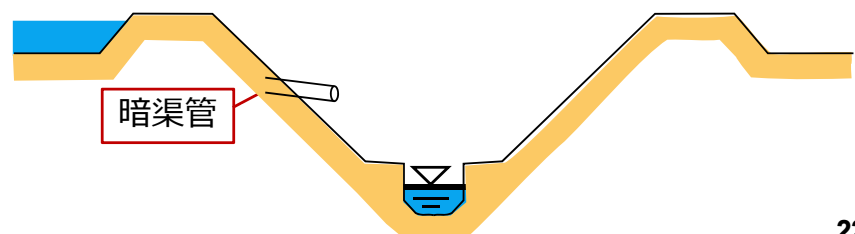
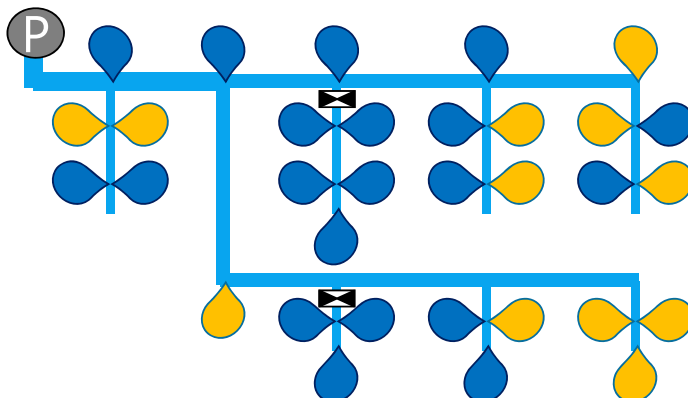
21

排水制御による気象災害被害軽減

担い手・
中心経営体

- 高収益な畑作物の湛水被害軽減

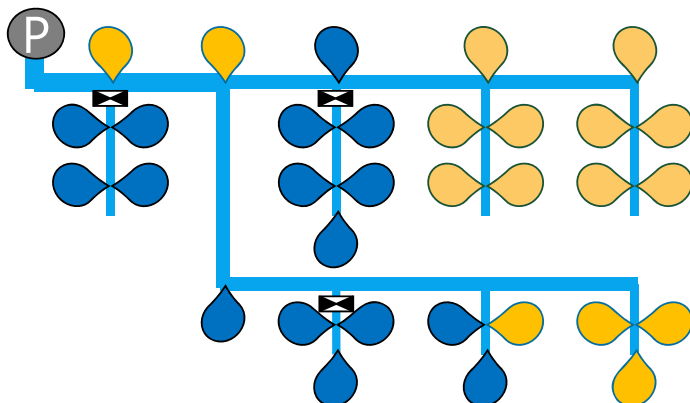
水田ブロックで貯留し、
畑作ブロックを優先的に排水



22

排水路の水位制御による 転作畑地への湛水被害軽減の効果

作付けパターンの集約化による
排水路水位制御の有効活用



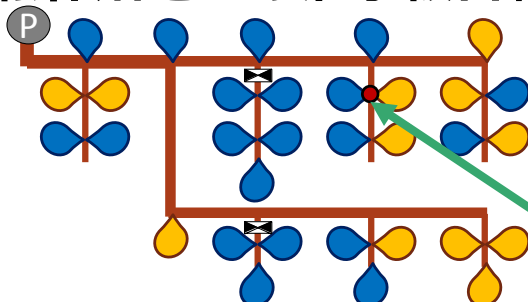
水田と畑地で同じ排水路を使用



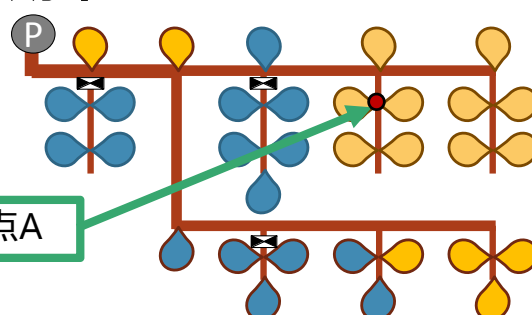
排水路を共有する圃区の作付けは同じ

23

排水路の水位制御による 転作畑地への湛水被害軽減の効果



地点A



作付けパターンの集約化による
排水路水位制御の有効活用



水田と畑地で同じ排水路を使用



排水路を共有する圃区の作付けは同じ

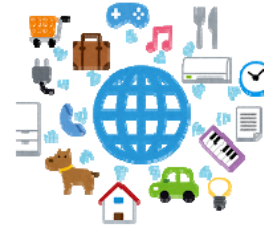
排水不良の持続時間
軽減

24

まとめ

■ ハードの進歩の取り入れ

- ◆ IoTの活用
- ◆ 新陳代謝のしやすさ
- ◆ サイバーセキュリティ対応



■ ソフトの高度化

- ◆ 現代制御理論、データドリブン

■ ユーザーのニーズに見合ったアップグレード



講演③

「ADCA における海外インターンシップの 紹介」

(一社) 海外農業開発コンサルタンツ協会
企画部長 大平 正三

(株)三祐コンサルタンツ
海外事業本部企画推進部 部長 荒川 英孝

ADCAにおける 海外インターンシップの紹介

平成29年12月19日

(一社) 海外農業開発コンサルタント協会 (ADCA)

大平 正三

(株) 三祐コンサルタント 海外事業本部

荒川 英孝

ADCAについて

目的

- ・ 海外農業農村整備協力の効果的推進

主な活動

1. プロジェクトファイディング調査の企画立案
2. 海外農業開発に関する情報・資料の収集
3. 会員に対する助言・技術サービス
4. 海外農業開発事業に対する参加促進調査
5. 海外技術協力に関する広報・普及
6. その他農業開発を進めるために必要な事業

海外インターンシップ制度

目的

- ・ 国際協力・海外農村開発分野における開発コンサルタント業務への理解促進

対象大学生

- ・ 国際協力・海外農村開発に強い関心を持ち、将来同分野において活躍する意思を持つ学生

研修内容

- ・ 海外で実施しているプロジェクトの視察・研修

資格申請

- ・ 日本の大学に在学中の者
- ・ 国際協力や海外農業農村開発に強い関心
- ・ 同分野の仕事に従事する希望あり
- ・ 健康
- ・ 日本語能力＋英語能力（TOEIC500点）
- ・ 経費を基本的に自己負担できる

実施内容

- ・ 視察研修の具体的内容は、学生と会員コンサルタントとの間で調整

経費補助・負担

- ・ 海外旅行傷害保険
- ・ 予防注射接種料
- ・ 通信費
- ・ 現地活動費（現地国内移動費、車両借上げ費、通訳（案内人）・傭人費）

その他

- ・ 日程調整・内容は1カ月前に確定
- ・ 報告書・報告会の開催

海外インターンシップの事例紹介

<三祐コンサルタンツ>

2012年 9月	2015年 9月	2016年 8～9月	2017年 8月
7日間	15日間	24日間	19日間
ベトナム	ミャンマー	ルワンダ	ミャンマー
4年生（2名） 3年生（1名）	3年生（2名）	3年生（1名）	3年生（1名）
・ 施工現場 視察	・ 農業調査	・ 農業技プロ	・ 農業技プロ ・ 農業調査

準備

1. 書類準備と取り交わし（学生-企業-ADCA）
2. 航空券手配、ビザ手配、予防接種（学生）
3. 受入者の顔合わせ、プロジェクト説明（学生-企業）
4. **安全管理**ブリーフィング（学生-企業）

現地

1. 現地活動
2. 活動報告、帰国前プレゼンテーション

帰国後

1. 活動報告書、精算書類出

主な書類

1. 申請書
2. 承諾書（保護者）、推薦状（指導教官）
3. 健康診断票
4. 在学証明書
5. 語学力に関する証明書（コピー）
6. 誓約書（ADCA用、企業用）
7. 国際インターンシップ覚え書き（大学・ADCA・企業）

大学準備

- ・ノートPC、デジタルカメラ、携帯電話（SIMフリー）

各機関の役割（宇都宮大学とのケース）

農学部

1. 企業への学生推薦
2. 渡航準備補助
3. 帰国後の単位認定

国際交流課

1. 渡航費支援（航空運賃、空港税、空港使用料ほか）
2. 事前研修（ビジネスマナー、危機管理）

企業

1. ADCAへ学生の推薦、受入プロジェクト先の提供
2. 渡航準備支援や現地活動補助

国際インターン

宇都宮大学
農学部農業環境工学科 3年

受け入れ先

ミャンマー国 バゴー地域 ピー郡 他

- 一般社団法人海外農業開発コンサルタンツ協会
- 株式会社三祐コンサルタンツ 海外事業部

実習期間

8月9日～8月27日 (計19日)

出典元：宇都宮大学 国際インターン帰国報告会資料



事業内容

バゴー地域西部灌漑開発事業 (BWID)

プロジェクトの対象地域にある4つの灌漑システム（北ナウィン・南ナウィン・ウェジー・タウンニョ）の改修・機能向上を目的とする。

バゴー地域西部灌漑農業収益向上プロジェクト (PROFIA)

灌漑農業による民間企業活動を組み込んだ収益性の高い農業体系を構築することを目的とする。

出典元：宇都宮大学 国際インターン帰国報告会資料

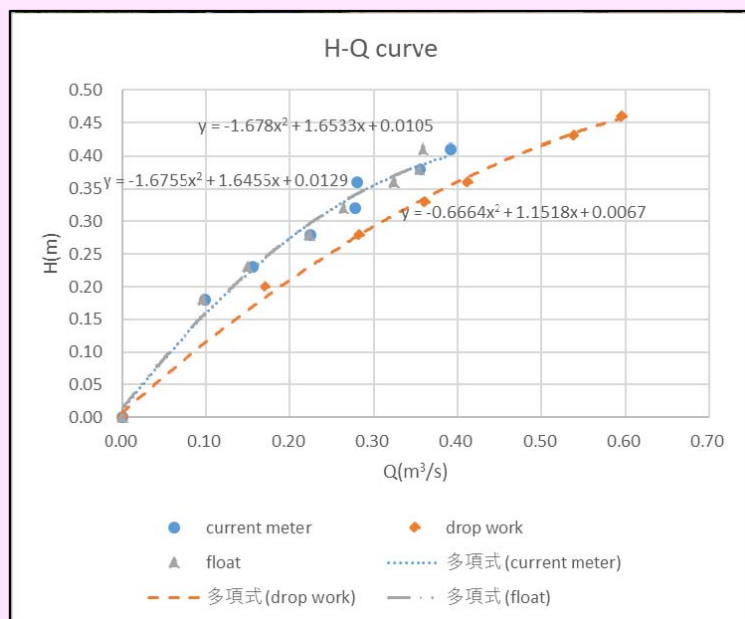
実習内容詳細

8月9日	移動（ヤンゴン～ピー）	8月18日	水理組合の農業委員会見学
8月10日	午前：BWID案件概要ブリーフィング	8月19日	South Naw in ダムの漏水量測定施設の確認・写真撮影
	午後：PROFIAワークショップ		支線水路の流量測定
8月11日	South Naw in ダム掛かり施設の調査	8月21日	流量測定データ整理・エンジニアの方への説明
8月14日	現地スタッフの管理農地引継ぎのための視察	8月22日	プレゼンテーション準備
8月15日	GPS測量	8月23日	精米所と精米歩合試験見学
8月16日	ファームングレコード進捗状況確認	8月24日	プレゼンテーション準備
	種子増殖プロジェクトエリアの視察	8月25日	プレゼンテーション準備・発表
8月17日	種子生産圃場検定試験	8月26日	移動（ピー～ヤンゴン）

出典元：宇都宮大学 国際インターン帰国報告会資料

実習内容詳細

■ 支線水路の流量測定（BWID）



出典元：宇都宮大学 国際インターン帰国報告会資料

実習内容詳細

■ 精米歩合試験見学（PROFIA）



出典元：宇都宮大学 国際インターン帰国報告会資料

帰国前のプレゼンテーション



出典元：宇都宮大学 国際インターン帰国報告会資料

学んだこと・感想

- 海外で仕事をする大変さ・やりがいを知ることができた。
- より一層海外で仕事がしたいと思えた。



出典元：宇都宮大学 国際インターン帰国報告会資料

(参考) ADCAとJICAの受け入れ対比表

＜三祐コンサルタンツ＞

年	ADCAインターンシップ
2012年	ベトナム : 4年生(2名)、3年生
2015年	ミャンマー : 3年生(2名)
2016年	ルワンダ : 3年生
2017年	ミャンマー : 3年生

年	JICAインターンシップ
2014年	ルワンダ : 修士2年、修士1年
2015年	ザンビア : 修士1年
2016年	ルワンダ : 修士1年
2016年	ザンビア : 修士1年
2018年	ルワンダ : 1年

講義

水の環を人の環に

東京大学名誉教授
虫明 功臣

水の環を人の環に

東京大学名誉教授／福島大学名誉教授
虫明功臣

1

木村匡臣さんからの依頼

虫明先生が作られた水文学の流れとして、
水循環を自然的なもの与人間的なものの関わり中で捉えるという視点や、
湿潤で変動帯に属するアジア特有の水文学を提唱したという
大きな二点があげられると思います。

どちらの観点も今の水文学では標準的になりつつありますが、
一方で、モデル研究ばかりが進み（華やかにみえるようになり）、
河川を実際に理解するような研究が減っているとの指摘も耳にします。

そこで虫明先生には、河川を総合的にみる着想が
どのように生み出されたかをぜひ伺いたいと思います。
特に、その着想に大きな影響があったという小出博先生について
小出河川学とはどのようなものだったか、聞いてみたいと思います。
また、虫明先生のところからは研究的にも素晴らしく、かつ
面白いテーマに取り組む先生が多数でられていますので、
どんな風にテーマの着想を得てきたのか、という点も気になります。

さらには、農業水利分野の過去・現在の研究をどう見ていた（る）か、
そして将来に期待することについてもお聞きしたいと思います。
ICID-YPF会員の中には、複数の水文・水資源学会員がおりますので、
水文学会への期待にまで踏み込んで頂いても面白いかと思います。

2

話 の 内 容

* 生い立ち

* 大学紛争〈闘争?〉、そして宮村忠さん、小出博先生との出会い

- －小出河川学三部作とその基本的視点
- －小出先生、宮村さんから学んだこと
- －利根川研究会から河川開発調査会へ

* 生産技研に移って（1974.11）からの主な仕事

- －都市化による水循環機構の変化と適応策・雨水浸透施設
- －国際学術研究“東南アジア熱帯域の水文特性と水資源管理”（1988～95）
- －国際共同研究“アジアモンスーン・エネルギー水循環観測研究-熱帯地域研究（GAME-T）”（1996～2000）

* アジア太平洋水文水資源協会へ向けての概念整理

* 首都圏の水資源開発における農業水利分野と河川管理分野とが連携した統合的対応

～平成28年利根川渇水を契機に考える～

3

生い立ち

* 昭和17年5月19日 岡山市誕生

* 昭和20年5月 倉敷市へ疎開
（夜中に家族7人リヤカーで、
約20km。約4年間床上げ
した納屋で疎開生活）

* 昭和23年 児島郡福田町移転
（高梁川旧東派川下流左岸、吉宗
時代の干拓新田）

* 昭和24年4月 福田第2小学校
（東西用水幹線水路での魚とりや水泳、排水路での川エビ、ウナギ、ナマズ捕り）
（低学年の時に倉敷市に合併、市の写生大会は酒津〈高梁川の東西用水取水口〉）

* 昭和30年4月 倉敷市立福田中学校（サッカーに熱中、県大会優勝）

* 昭和33年4月 岡山県立青陵高等学校（サッカー部なし、弓道部）

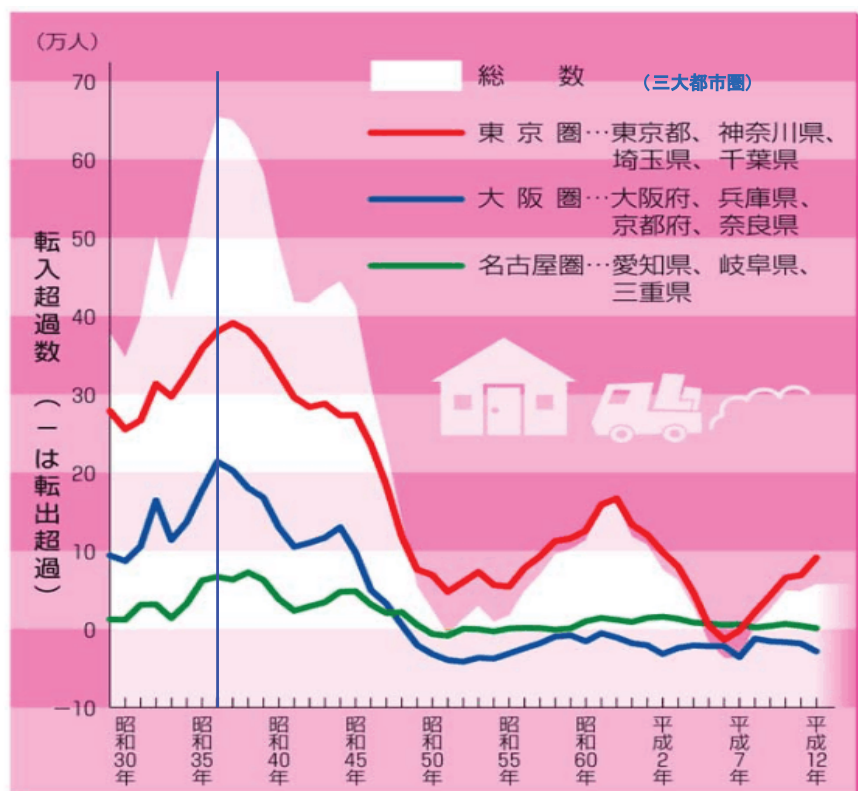
* 昭和36年4月 東京大学教養学部理科一類入学



4

昭和36年：都市への人口集中がピークの時代

3大都市圏の転入超過数の推移



高度経済成長の真ただ中。

水不足問題、
水質汚染問題、
都市水害問題の顕在化。



出典：総務省統計局統計センター
住民基本台帳人口移動報告

教養学部⇒工・土木工学科⇒大学院修士課程

＊教養学部：駒場寮、サッカー部（2年生半ばで退部）、田舎者の社会勉強。
建築へ進学不可、土木工学科へ

＊学部時代：高橋裕先生の講義（下笠ダムの話など、）やマスコミ出演が
面白くて、卒論は河川研で“日本のダム堆砂資料の解析”をテーマ。

＊修士時代：

- －井口昌平先生の「水文学特論」を中村良太さんと受講。以来、親交。
井口先生は博学者、水文学に興味を持つ。生産技研に出入り。
- －理学部地理学科の地形学関係の講義を受講、野々村邦夫さんと知り合う。
生産技研・丸安研の英国人留学生リース氏のD論（梓川ダムの堆砂
予測）補助で野々村氏とともに上高地で約40日のキャンプ生活。
- －修論は、“融雪流出”。竹内俊雄博士の紹介で、利根川上流林業試験場
宝川試験地（中野秀章場長）を訪ね、データを収集。

＊S42年4月博士課程へ進学するも欠員ができ、6月に工学部教務職員に就職。

大学紛争＜闘争？＞ そして宮村忠さん、小出博先生との出会い

- * 研究生として宮村さんが河川研に在籍。相撲部屋の番傘と下駄姿で登校。
S43年4月から大熊孝さんが河川研へ。
- * 物理水文／実験水文学を志し、降雨発生装置が出来上がったところ、東大紛争により工・1号館封鎖（S43.11.12）。封鎖中に真鍮製の装置が消失。
- * 封鎖中、工・8号館に間借り、宮村さんの紹介で小出先生に出会い、信濃川下流域調査に同行。「ここになぜ人が住んでいるのか」、「なぜここで川が曲がっているのか」などの質問に、チンプンカンプン。
「川は農民が一番よく知っている」ということで、旧信濃川沿いの土地改良区の古老を回って聞き込み調査。
カルチャーショック。
- * 全共闘運動のスローガン：「タコツボからの脱却」、「原点に帰れ」、「造反有理」などに共感。小出河川観にも相通じるものと受け止め。
- * 実験水文学への想いは失せる。全共闘1号館封鎖のおかげと感謝。

7

小出河川学三部作とその基本的視点

小出河川学三部作：

- 「日本の河川－自然史と社会史」 S45(1970)
 - 「日本の河川研究－地域性と個別性」 S47(1972)
 - 「日本の国土－自然と開発－（上），（下）」 S48(1973)
- （いずれも東大出版会刊行）

その基本的視点：地質構造区分を基礎とした日本の河川流域の “自然史と社会史”

- * 河川とその流域の自然特性の決定要因：
山地流域の地質とその影響を受けてできた平野の地形
（扇状地、自然堤防地帯、三角州、など）
- * 社会史（人間と河川との係わり）：
地質・地形から見た河川／流域の特性を与件として、様々な人間活動があるという見方：地滑り等山地災害、水力発電、農業用水開発、河川処理、など

8

小出先生、宮村さんから学んだこと

- * 三部作の執筆前後の数年間、東大河川研で「日本の河川」等に関する執筆内容の定期的な講義。
東農大・応用地質研究室主催の河川現地研修会（利根川、北上川、最上川など）に東大河川研メンバーも参加。
- * S45年、46年の千葉県連年水害調査（いずれも千葉県から東大河川研に委託）での数日にわたり現地直接指導。初めての水害現地調査。その他、折に触れて直伝（例えば、私のD論のテーマ「低水流出と地質区分との関係」など）。
- * 科技庁・資源調査会（治山治水部会メンバー：井口昌平、小出博、菅原正巳、新沢嘉芽統、栗原東洋、木下良作、高橋裕など）の専門委員にS46年から宮村さんとともに任用。3年間で全国の1級河川をほとんど視察、年間3か月は河川現場視察。
- * 宮村さんのリードで、河川研では「日本農業と水利用」を輪講。S30年当時ガリ版刷りで出版されていた各水系の「農業水利実態調査書、農林省農地局」を河川研で揃えて、河川調査の前などに勉強。用水開発とともに水害に関し得る記述もあり、河川流域の水文的特徴を捉える当時の好資料。
- * 従来の河川工学は、河道内への水理学の適用が主流。
河川と流域における人との係わりを含めて河川工学へのアプローチを学ぶ。
（宮村さんは、“流域人文河川工学”者とでも呼ぶべきか）

9

利根川研究会から河川開発調査会へ

S44年 利根川研究会を設立

「利根川は全国の河川のすべての要素を持つ」という小出の主張が基礎
新沢も農業水利の研究に関して同じことを指摘



- * 利根川研究会の発展形として、S48年日本河川開発調査会（安芸皎一会長）を設立。規約は栗原東洋先生が指導。利根川研修会、国内調査とともに中国などの河川調査を実施。
- * この頃の河川／流域の見方の延長線上に、その後の“都市の水循環の研究”や“アジア太平洋水文水資源協会”設立”（2002.9）がある。



北京 水利部玄関前 1979.6.21



開封（黄河沿川）鉄塔を背景に
1979.6.25 11

生産技研に移って（1974.11）からの主な仕事

- * 流域の都市化による水循環系の変化：多摩ニュータウン水文観測試験流域でのデータ取得（1976～1987）
- * オンサイト型雨水貯留浸透施設の水循環保全効果（1981～）
- * 実河川流域；海老川での水循環系変化に関する観測研究（1991～）
- * マイクロ波リモートセンシングによる表層土壌水分情報の抽出（1986～2000）
- * 東南アジア熱帯域における水文特性と水資源管理（科研費国際学術研究 1988～1995）
- * 国際共同研究「アジアモンスーン・エネルギー水循環観測研究（略称GAME）-熱帯地域研究」（1995～2001）

都市の水循環

アジア太平洋
水文水資源協会

都市化による水循環機構の変化と 適応策・雨水浸透施設に関する研究

多摩ニュータウンの自然域と開発域に水文観測試験地を設置

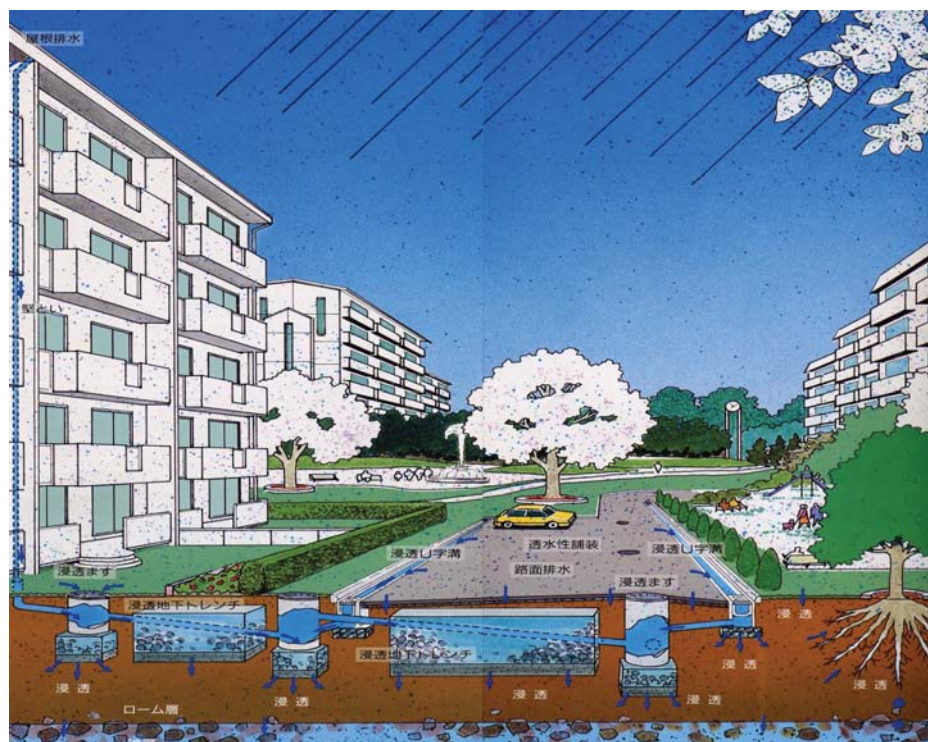
当時は“都市化による洪水の増大—都市水害”が問題
建設省河川局／土研が全国に都市河川試験流域を設置

洪水の増大だけでなく、
「水循環機構の変化」の
視点から、洪水流出試
験地に、土壤水分、地下
水などの観測を追加

土壤水分の計測につい
ては、東農大・駒村さん
に学ぶ



オンサイト型雨水貯留浸透施設 — 都市域で雨水を大地に浸透させる仕掛け —



住都公団・昭島つつじヶ丘ハイツでの試験施工

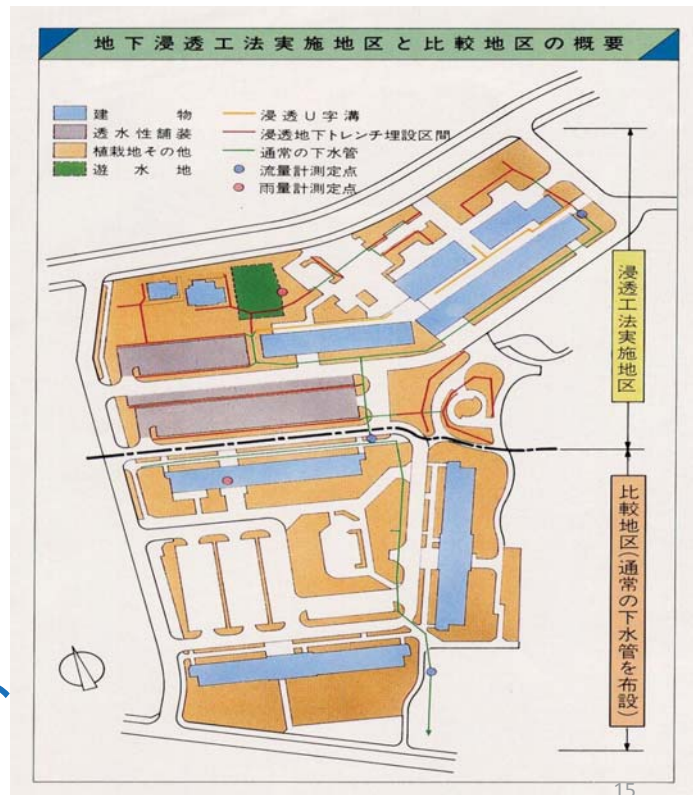
・住都公団、建・土建、東京都下水道局、東大・生研による研究会

・1980年に現地試験開始

・雨量と両地区からの流出量の継続観測

・東大・生研は、浸透特性／浸透性能の評価を担当

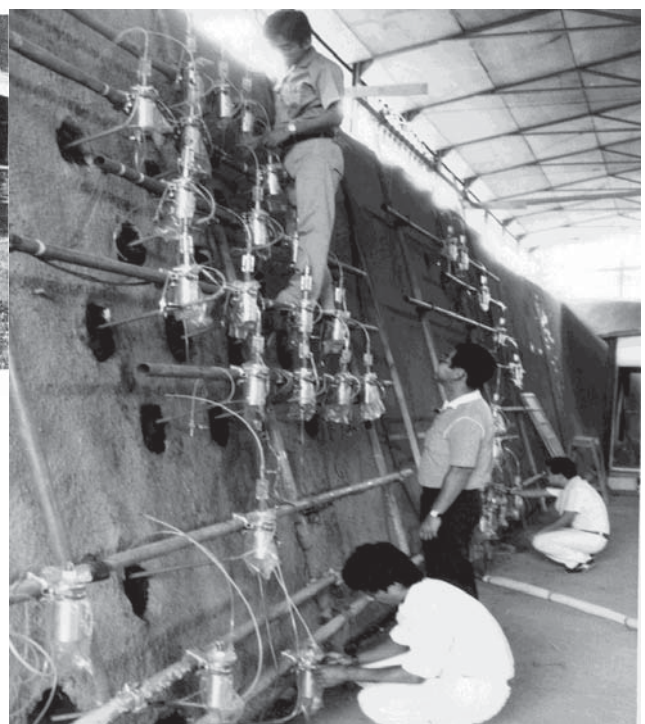
・5年毎のフォローアップ調査、現在も継続。2002年、20年目のFU調査報告



千葉実験所でのトレンチ型浸透施設の現地模型の設置

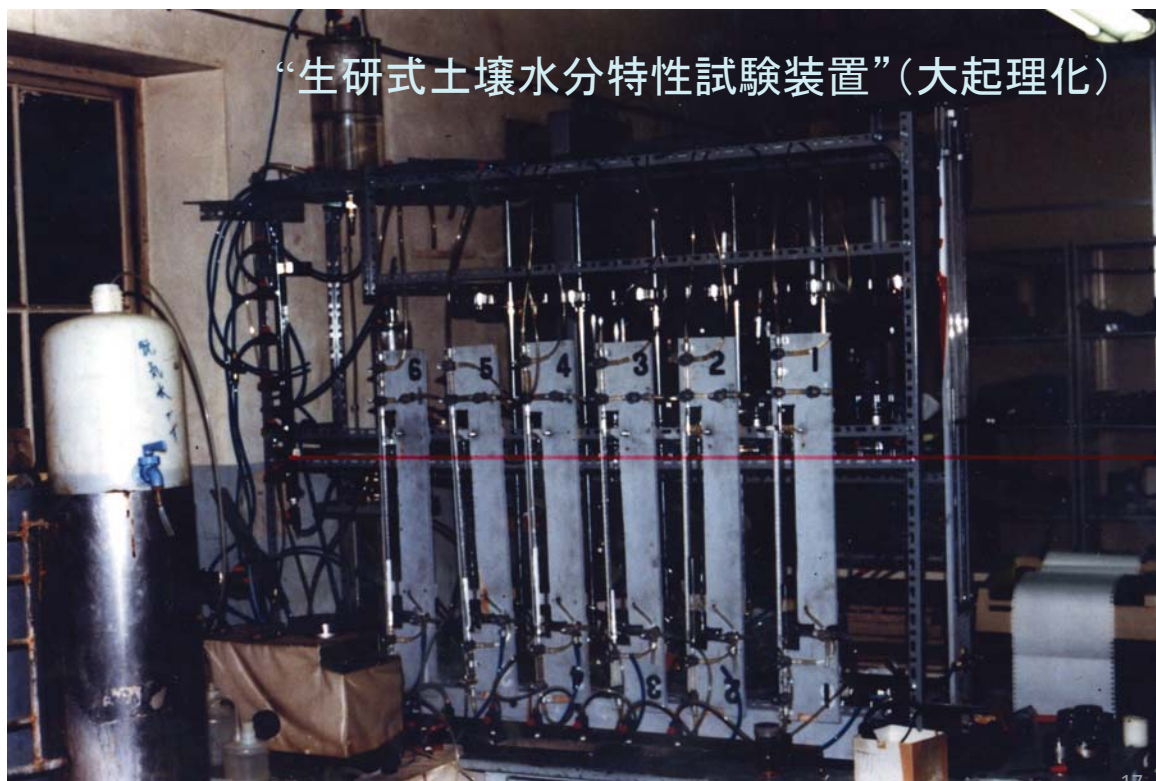


浸透トレンチへの流入/流出量と
トレンチ周辺の土壌水分挙動の観測

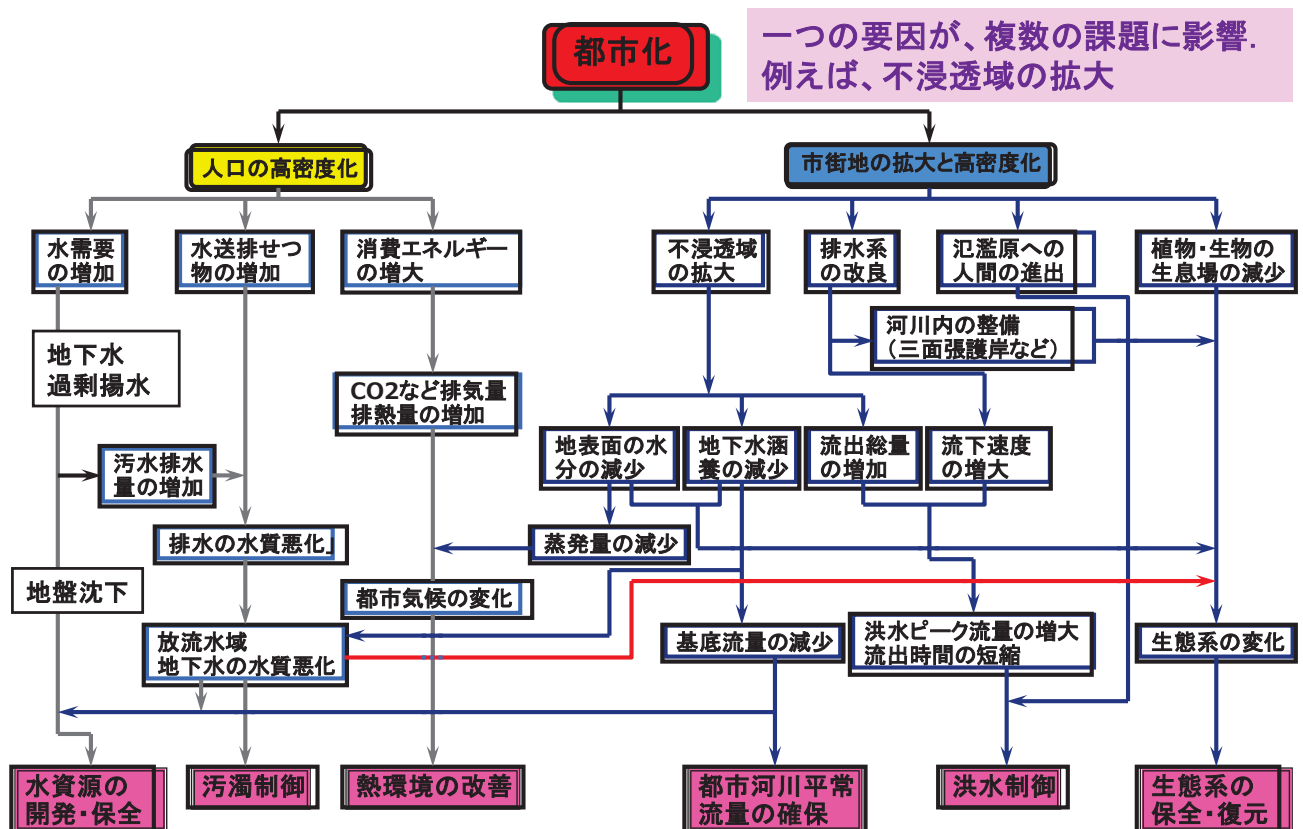


観測壕からの土壌水分観測

土壤水分保持特性試験装置の改良/製作



都市化が水循環に及ぼす影響と対処すべき課題



要因を通して、対処すべき課題が相互に関連⇒総合(複数の課題)的対処が、効果的かつ効率的

流域水総合マネジメントの基礎概念 ＜流域水循環健全化の確保＞の提唱に繋がる

水資源基本問題研究会報告(平成 6年 7月)

「河川流域を中心とした水循環の場において、
利水と治水に対する国民の要望が充足され、同時に
自然環境・生態系保全に果たす水に機能が損なわれないなど、
水循環における種々のバランスと持続可能性が保たれた状態」

健全な水循環系構築に関する関係省庁連絡会(平成11年10月)

「流域を中心とした一連の水の流れの過程において、
人間社会の営みと環境の保全に果たす水の機能が、
適切なバランスの下に、ともに確保されている状態

水循環基本法（H26.7.1施行）に反映

19

国際学術研究“東南アジア熱帯域の 水文特性と水資源管理”(1988～95年)

- 動機: ユネスコの国際水文計画(IHP)の研究プログラム「**特定地域の比較水文学**」に日本を含むアジアを適切に表す水文地域区分がない。
私的動機は、「小出河川学」のアジアへの適用性の検討
- 目的: アジアで類似ないしは共通な**研究テーマ／プロジェクトのファインディング**
- 方法: アジアに馴染みの深い椎貝教授代表者(1988～92、当時筑波大学)、タイとマレーシア(含ボルネオ島)を対象。
現地を見ることと現地の研究者／技術者と交流すること

文科省科研費・国際学術研究（1989～1992）
「東南アジア熱帯地域の水文特性と水資源管理」メンバー

代表者	椎貝博美(筑波大 構造工学系)	タイ側共同研究者:
事務局	虫明功臣(東大 生研)	プリダ (AIT)
分担者	木下武雄(防災科研)	タワチャイ (AIT)
	村井俊治(東大 AIT出向)	スービット (タイ国家研究評議会)
	池淵周一(京大 防災研)	プラサート (王立灌漑局水文部長)
	竹内邦良(山梨大 工)	スーキット (タイ発電公社)
	吉野文雄(建 土研)	
	太田猛彦(東大 農)	マレーシア側共同研究者:
	砂田憲吾(山梨大 工)	ロー・コンフク(灌漑排水局水文部長)
	椎葉充晴(京大 工)	
	松本 淳(東大 理)	
	坂本 康(山梨大 工)	
	京藤敏達(筑波大 構造工学系)	
	益倉克成(建 土研)	
	吉谷純一(建 RID出向)	
	中根和郎(防災科研)	
	沖 大幹(東大 生研)	

21

現地調査風景-タイ



現地調査風景-タイ



ナコンシタマラートの
土石流(1989)跡



半島部のゴム林



チェンマイ奥地



松による森林再生



23

現地調査風景-マレーシア・半島部



カメロン高原の乱開発: 高原野菜



灌漑排水局水文部長の家族と



流出土砂による発電用送水管の埋没



熱帯雨林

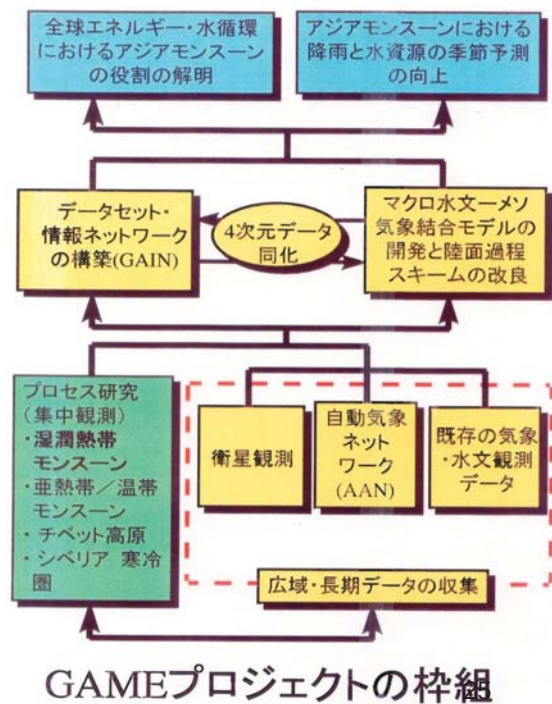
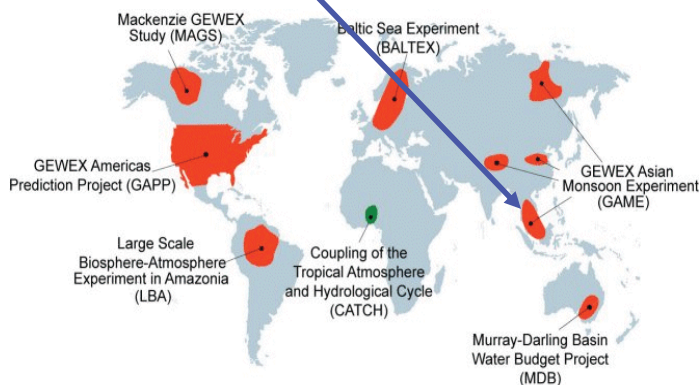


花崗岩真砂流域の流水は透明

24

国際共同研究“アジアモンスーン・エネルギー水循環 観測研究-熱帯地域研究(GAME-T)”(1996~2000)

- 「世界気候変動研究計画」の中、“全球エネルギー水循環観測研究計画(GEWEX)”の傘下の“GEWEX Asian Monsoon Experiment”
- 湿潤熱帯モンスーン地域でのプロセス研究:
タイ・チャオプラヤ川流域を対象

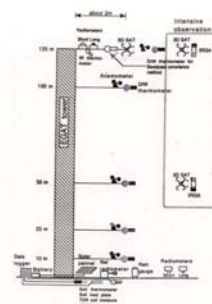


熱・水フラックス観測サイトの選定と計器の設置



EGAT 丘陵性樹木林基地

- 複層地表面からの熱・水フラックス観測
- タイ発電会社の120mの通信中継タワーに観測機器を設置('98年6月)



Sukhothai Paddy Field Station

- The observation using a 10m PBL tower started from May, 1997.

Observing variables

- Temperature by thermistor at 9.5m, 2.0m and by platinum thermometer at 9.5m, 2.0m
- Humidity by wet bulb thermometer at 9.5m, 2.0m and by Vaisala relative hygrometer at 9.5m, 2.0m
- Wind speed & direction by wind vane at 10.5m
- Radiational Temperature from 10m at target area of 1m diameter
- Net radiation at 3.5m
- Ground heat flow at 1cm depth(3sets)
- Ground temperature at 1cm depth
- Water body temperature at 2cm depth from the water surface
- Water depth
- Potential of soil moisture by tensiometer at 15cm(3sets)
- Soil moisture by TDR at 5cm, 15cm, 30cm, 60cm and 100cm
- Groundwater table
- Groundwater temperature at 7m depth

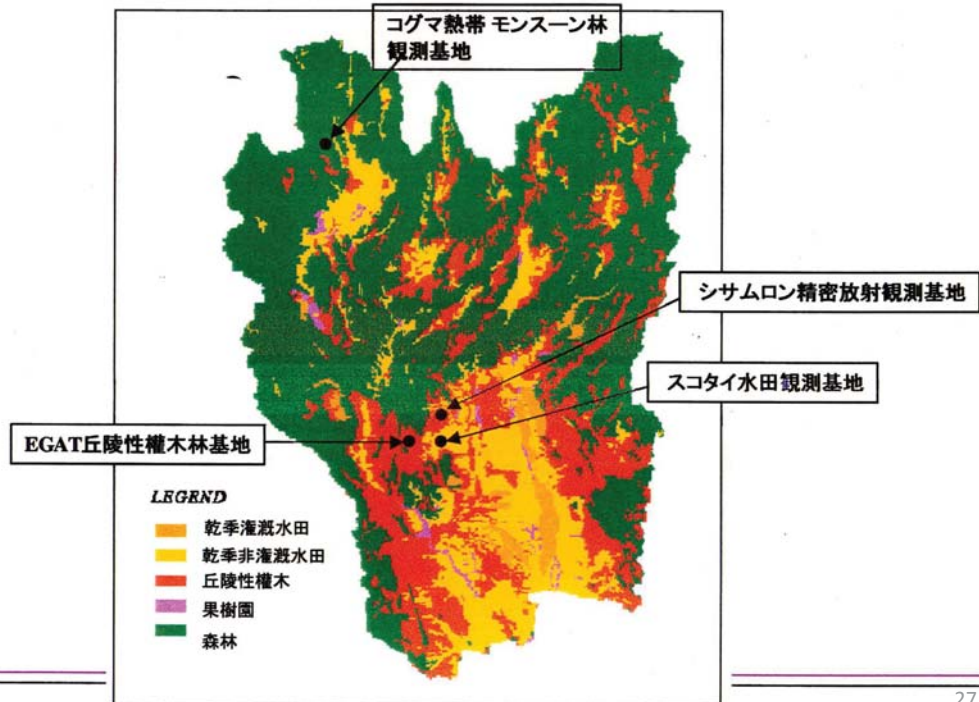


コグマ熱帯モンスーン林観測基地(チェンマイ)

- カセツアット大: 森林流出試験地に 50mの観測タワー建設('97年2月)
- 連続観測: タワーによる微気象計測, 土壌水分観測, 樹液流計測, 樹冠断面積観測, 流域水収支観測



チャオプラヤ川流域の土地利用と 集中観測基地の位置



27

EGATタワーへの観測器機の取り付け風景



Panyaさんに56歳の誕生日を祝ってもらう

28

観測等風景



渡辺明教授(福島大)の
指揮によるゾンデ集中観
測(日4~8回)

1996年以來、毎年タイで GAME - Tワークショップ開催



1996年8月 バンコク
50名程度の参加



2000年3月 チャ-アム



'96 8 19



2002年10月 チェンライ
約120名の参加

2002.10.23 59-1

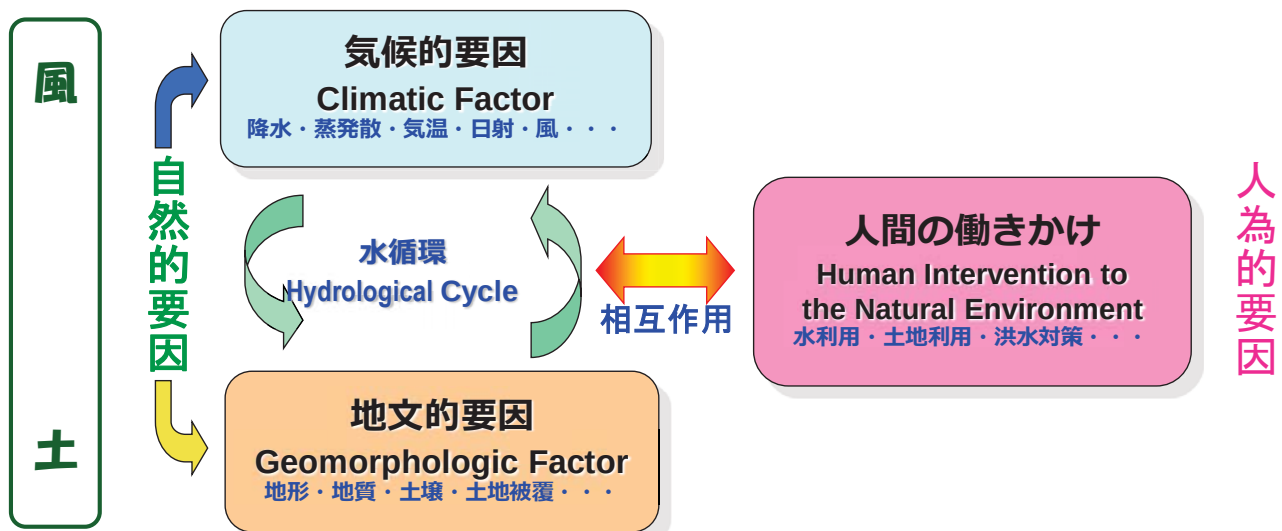
GAME - T研究についての所感

- (自分にとって) 気象学、気候学、森林水文学それぞれの分野のものの考え方や方法論を知ることができたこと。そうした分野の多くの研究者に知己ができたこと。
- 日本の若手研究者が、たくましく育ったこと。タイでも中堅・若手研究者が育ちつつあること。
- 日本とタイおよび周辺国で、水文・気象／気候の横断的な“共同研究コミュニティ”ができたこと。

31

アジア太平洋水文水資源協会へ向けての概念整理

モンスーンアジアの水問題は何によって特徴付けられるか
— 気候条件と土地条件、そして人間の係わり —



- 水、土地、人間が織りなすシステム
- 自然的要因と人工的要因の相互作用によって、それぞれの要因がまた変化するというダイナミックなシステム

32

水文・水資源上の地域性を形成する3つの要因と 湿潤アジア域に共通な特徴 ～湿潤アジアを特徴付ける巨視的区分の試み～

気候的要因；温暖多雨気候 ➡ アジア・モンスーンに起因
(温帯湿潤 + 熱帯湿潤)

地文的要因；変動帯（造山帯）

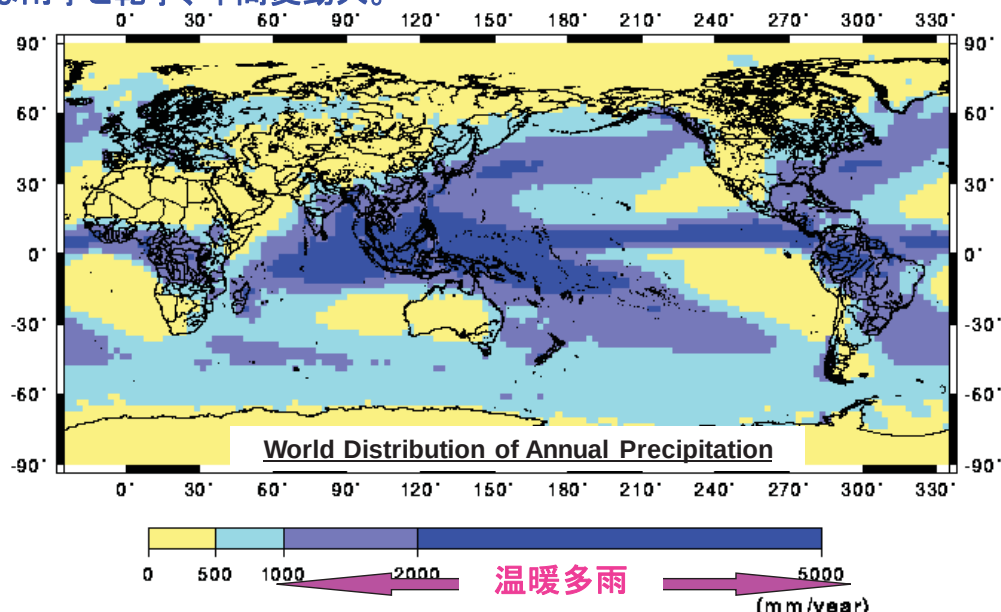
人間活動の要因； 沖積平野における水田稲作農業、水害軽減対策、
山地・溪流における砂防対策、など

日本はモンスーンアジアの中で、特殊（冬に日本海側で多量の降水、夏は温帯にあっても熱帯並みの高温多湿）。

“日本を含むモンスーンアジアに共通な要因の特徴付けが必要”
という立場ーアジア太平洋水文・水資源協会の設立に向けて³³

温暖湿潤アジアの定義とその気候特性

- 温暖(warm)：温帯(temperate)と熱帯(tropics)を統合、
湿潤(humid)：年間降水量1000mm以上の地域と仮に定義
- 顕著な雨季と乾季、年間変動大。

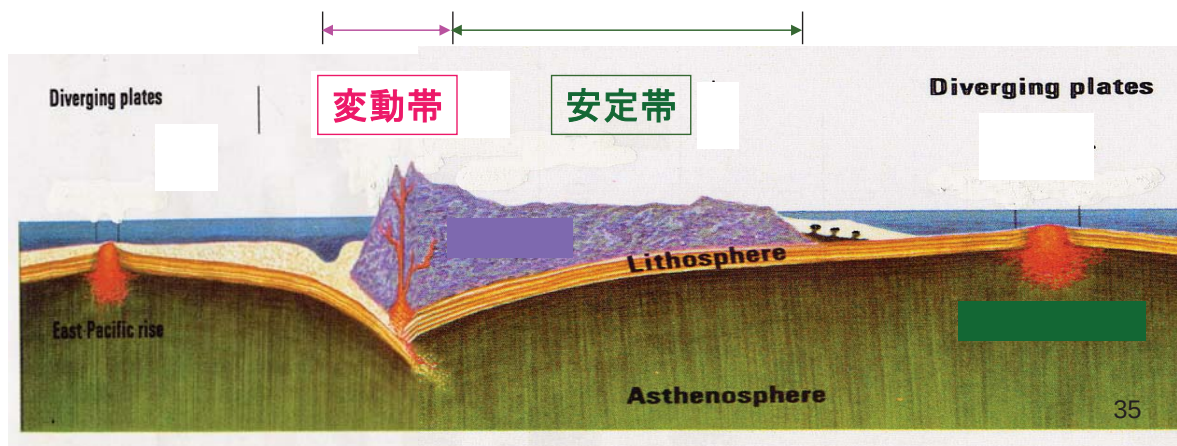


アジアモンスーンという気候要因だけでは、アジアの水問題を表現するに十分ではない

地文(地形+地質)的要因

地球を構成する地塊の2大区分

- ・ **変動帯(造山帯)**: プレート運動により造山活動が活発な地帯
- ・ **安定帯**: 古い地質で、地震・火山活動が無い地帯

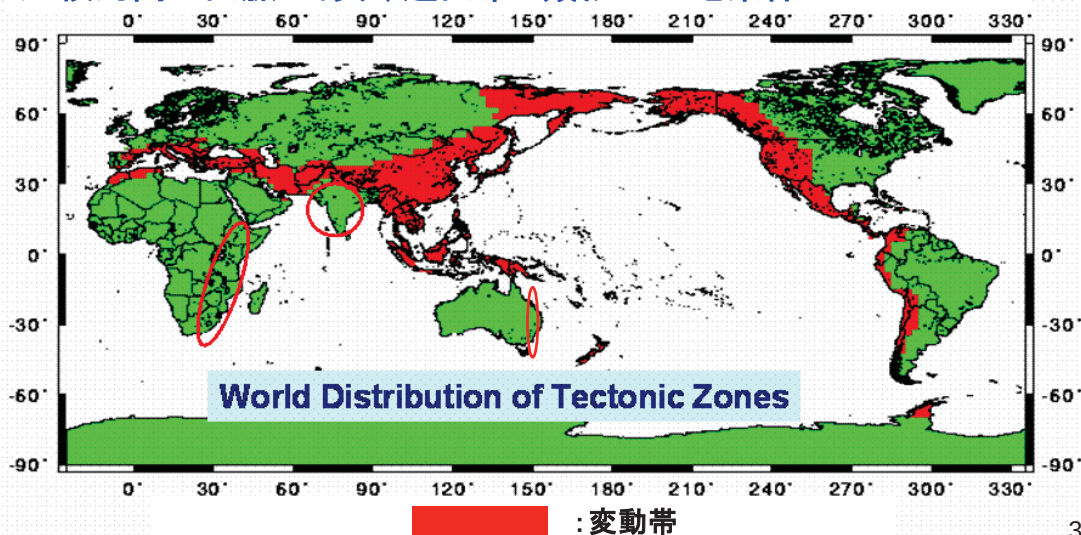


世界の変動帯(造山帯)の分布

2つの造山帯

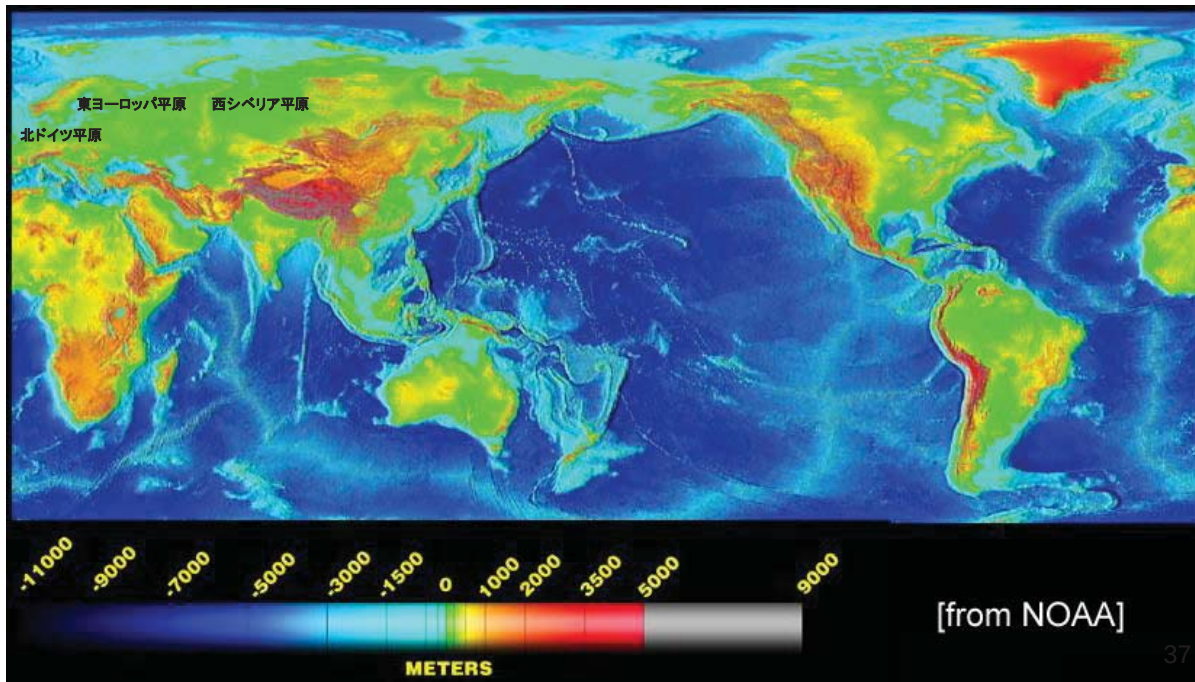
- アルプス～ヒマラヤ造山帯: アルプス～地中海～中近東～ヒマラヤ～スマトラ～ジャワ
- 環太平洋造山帯: ニュージーランド～ニューギニア～フィリピン～台湾～日本列島～アジア大陸縁辺部～アリューシャン列島～北米大陸西海岸～南米大陸西海岸

インド半島部とオーストラリアならびにアフリカ大陸東縁部には、比較的高い山脈があり、造山帯と類似の土地条件



変動帯に特有な自然的土地条件(1)

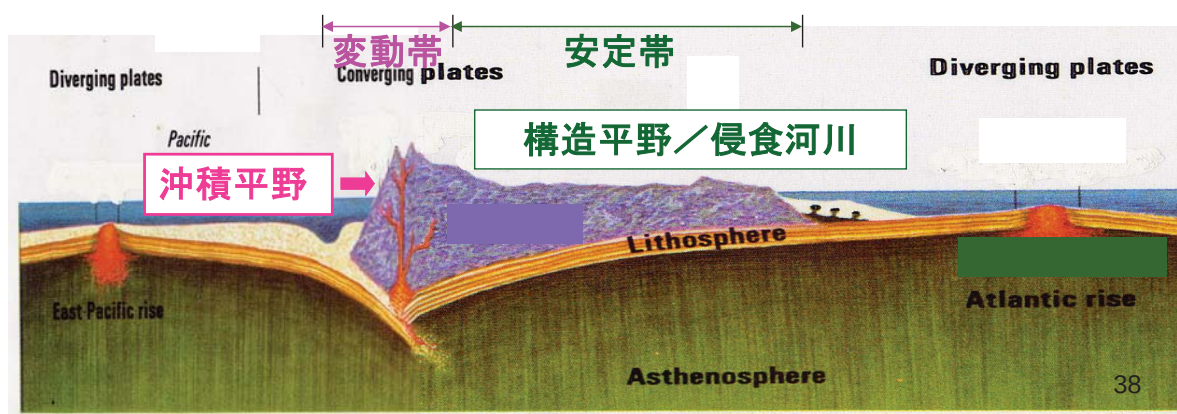
- 高い山脈のほとんどが**変動帯**に分布
- 過去2億年来, プレート運動に伴う地震／火山活動により**地塊は不安定**(アジア大陸縁辺部では、火山活動はないが、太平洋島嶼国では、火山活動の影響が大きいという違いはある)



37

変動帯に特有な自然的土地条件(2)

- **変動帯の平野**は、脆弱な山地から洪水によって運ばれてきた流送土砂で形成された**沖積平野**が主体。安定帯の平野は、長期間の侵食によって形成され、なだらかな起伏を持った、風化残積土で覆われた**構造平野**。
- 安定帯の河川は、下流デルタ地帯を除いて浸食河川であり、谷底平野が**氾濫原**。**変動帯**では、相対的に**沖積区間**が長く、**沖積平野**は**氾濫原**
- 大陸周縁部から海洋に流下する**変動帯の河川流域の規模**は、安定帯のそれに比べて**小さい**。世界の大河川は、大西洋と北極海に流下
- **構造平野**は、**沖積平野**に比べて規模が大きく、世界の大平野は、安定帯に分布

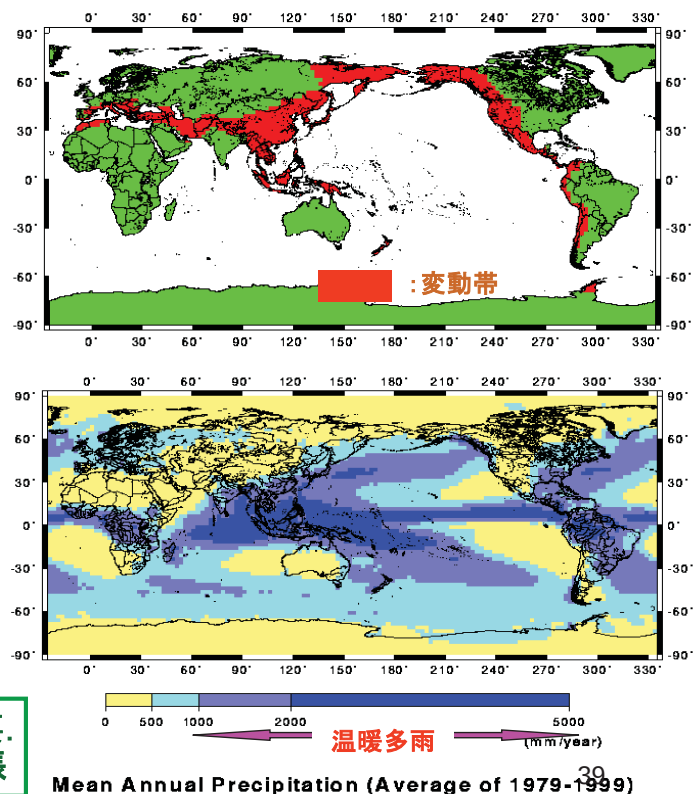


38

「温暖多雨変動帯」という新たな水文地域区分

- 地文要因としての“変動帯”と気候要因としての“温暖多雨”の重なる地域を「温暖多雨変動帯」と定義
- 温暖多雨変動帯は、太平洋の島嶼国、アジア大陸の東縁辺を広く含む
- アジア地域には、内陸部に乾燥、半乾燥地帯を含むが、“変動帯”をキーワードとして、「温暖半乾燥変動帯」、「温暖乾燥変動帯」、「寒冷湿潤変動帯」などの区分が可能。全部含めて「モンスーンアジア変動帯」と呼ぶ

人間と水との係わりには、土地条件が重要。土地条件を主にした区分をすべきとの主張



人間活動の要因

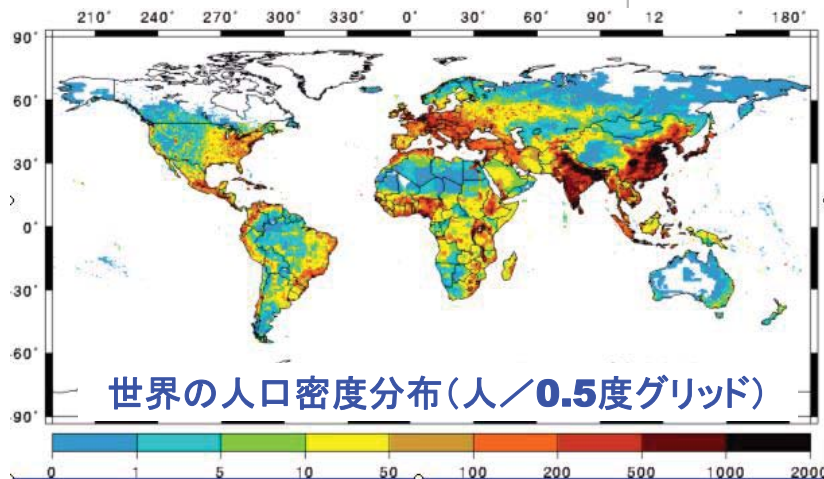
～モンスーンアジア温暖多雨・変動帯における人間の働きかけ～

- モンスーンアジア域では、変動帯という地文条件とアジアモンスーンによる多雨から少雨にわたる気候条件を与件として、多様な人間活動がある
- ここでは、アジアモンスーンの中でも主に“温暖多雨”気候に焦点を当て、「温暖多雨変動帯」に特徴的な“人間の働きかけ—河川開発と防災・減災—”について議論する

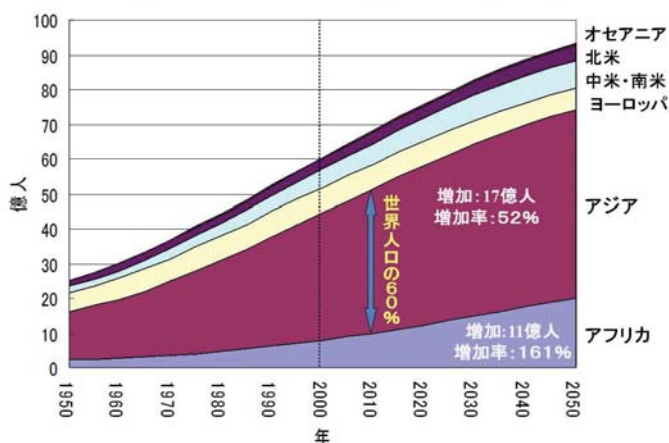
アジア変動帯は人口稠密地帯

アジアに世界人口の**60%**、さらに続く人口増加

アジアの変動帯は人口稠密地帯



世界人口の推計と予測(国連中位予測)



アジア変動帯には、日本と同じような山地災害/洪水氾濫災害や水不足問題がある

海岸部には、津波・高潮問題

41

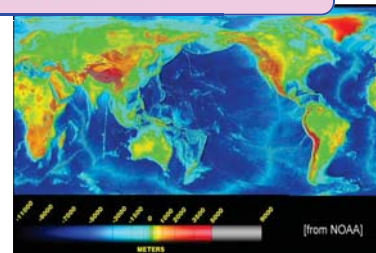
モンスーンアジア温暖多雨・変動帯における人間の働きかけ

豊富な発電包蔵水力

- (高い山地+豊富な降水量)



豊富な包蔵水力



- 変動帯の先進国、フランス、イタリア、スイス、日本、米国カリフォルニア州等では、20世紀中頃までに経済的に開発可能な包蔵水力をほぼ開発

アジア途上国の包蔵水力と既開発水力(2000年現在)

	Hydropower Potential (TWh/yr)			In Operation (GWh/'99) ②	Developed Ratio % ②/①
	Theoretical	Technically Feasible	Economically Feasible ①		
Cambodia	208	83	24	5	0.02
China	5,920	1,920	1,260	204,300	16*
Indonesia	2,147	402	40	13,000	33
Laos	233	63	42	1,000	2
Nepal	727	158	147	1,475	1
Pakistan	210	130	130	21,500	17
Philippines	47	20	18	5,048	28
Sri Lanka	11	8	7	4,500	64
Thailand	56	19	18	3,538	20
Vietnam	300	100	80	13,936	17

- アジア途上国では、豊富な包蔵水力が未開発

42

*三峽ダム完成後は25%

傾斜地農業：山地に人が住める条件あり

- 一 破砕帯、火山噴出物、固結度の低い第三紀層、花崗岩真砂地帯など、いずれも耕作可能で人間が居住可能な地帯 → 傾斜地農業
- 一 しかし、土石流、山地崩壊、地滑りなど、災害危険地帯。

花崗岩真砂の準平原の傾斜地農業



岡山県美咲町の棚田



マレーシア、カメロン高原の段々畑



中国雲南省元陽の棚田 Kenji

1980年代から高原野菜栽培のための乱開発

1994年12月土石流災害



傾斜地農業：山地に人が住める条件あり

第三紀丘陵の棚田

インドネシア・ブラントス川支流ボーディング川流域の灌漑されている棚田



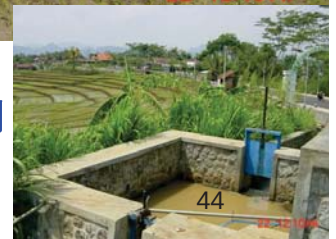
新潟県高柳町なしの木田の棚田



22-12-10 PM

破砕帯の傾斜地農業：
日本では高知や秩父の山腹、
ネパールの山腹などに見られる

丘陵斜面の侵食・
土砂流出防止の役割



44

22-12-10 PM

モンスーンアジア温暖多雨・変動帯における人間の働きかけ

地震による山腹崩壊と土砂流出

フィリピン、アグノ川流域

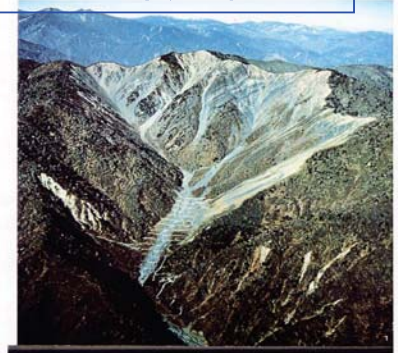


流域の地質: 中・古生層/一部破碎帯



1990年バギオ地震(M7.8)による山腹崩壊

静岡県、安部川



1702年元禄大地震による大谷崩れ



30~50mの急激な河床上昇

流域の地質構造
が同じなら同じよ
うなことが起こる



場所により100m以上の河床上昇

モンスーンアジア温暖多雨・変動帯における人間の働きかけ

土石流と流木災害



タイ中部、ペチャブーン、バン・ナム・コーにおける
2001年8月11日の土石流(中生層石灰岩帯)

1998年にナコンシタマラートで花崗岩流域で土
石流は発生.

タイでも、人口増加により、土石流災害が顕在化
しつつある.

愛媛県、川内町における1999年9月15日の
土石流(中・古生層地帯)



・平成11年9月15日 台風16号による豪雨で惣田谷で発生した土石流により倉庫が全壊したほか
流域各所で被害が発生した(川内町)

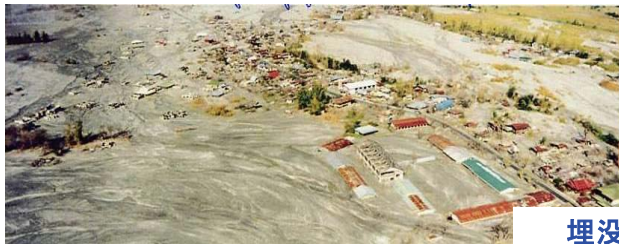
火山噴火と土砂流出

1991年7月、フィリピン、ピナツボ火山噴火



パンパンガ川への土砂流出

1991年8月、長崎県、雲仙普賢岳の噴火



埋没した集落



火砕流、火山灰等の火山噴出物の流下：砂防事業、中期にわたる河道維持事業が必要

アジア変動帯に共通の河川工学的課題

山地における旺盛な土砂生産と下流への土砂流出

- 変動帯の山地は、造山活動、地震・火山活動によって山体が脆弱(破碎帯、火山噴出物、固結土の低い第3紀丘陵、花崗岩真砂山地など)で、多雨地帯では、浸食作用に加えて山地崩壊／地滑り、火山噴火、土石流などの不連続な土砂生産が高い。
- 下流河川での流出土砂対策が河川工学の重要テーマ
- 高い土砂生産／土砂流出を抑制するために、脆弱な山岳地帯に砂防技術が適用される：山腹砂防(山腹斜面の崩壊や侵食を防ぐ対策)と溪流砂防(溪流での砂防ダム等による土砂礫の流下抑制)

静岡県安部川上流山地



1702年元禄大地震による大谷崩れ

中国、長江上流域



2008年5月四川大地震(M8.0)による山腹崩壊、四川省北川県

砂防事業 (Sabo engineering works)

砂防ダムは、16世紀末にイタリアのアルプス山地(正に変動帯)で初めて適用(井口昌平による)。

明治時代にオランダ人技術者により日本に導入。その後、日本で改良・発展。Sabo engineeringは、国際語。

インドネシア・ジョグジャカルタに日本のODAで「火山砂防技術センター」を設立。

アジア途上国への技術移転の成功例

堰堤上流堆砂域は耕作地に



インドネシア、ブラintas川上流域の火山砂防

沖積平野における水田稲作農業

- 温暖湿潤な気候条件があれば、**沖積平野**ではその**低湿な特性**に最も適した**土地利用**として水田稲作農業が行われる(土地改良-排水改良なしに、畑作は不可能)



- 水田に特有な灌漑排水技術と水管理
- 沖積低地の治水対策



インドネシア



ベトナム

アジアのどこにでも見られる風景

水田稲作農業と畑作農業の相違



ブラintas川中流域の灌漑施設

畑作: もともと天水農業、早い者勝ち
個別営農・営利追及型(市場原理)

水田稲作: 灌漑を前提(水の時空間変動の調整)
共同営農・地域消費型



• 灌漑用水へのプライシングの考え方の相違

• アジア的思考法<**集団主義的**>と
欧米的思考法<**個人主義的**>の違い源?

イスラム教徒でも、
マレーシアやインド
ネシアと中東では大
変印象が違う。



51

沖積平野に都市が立地



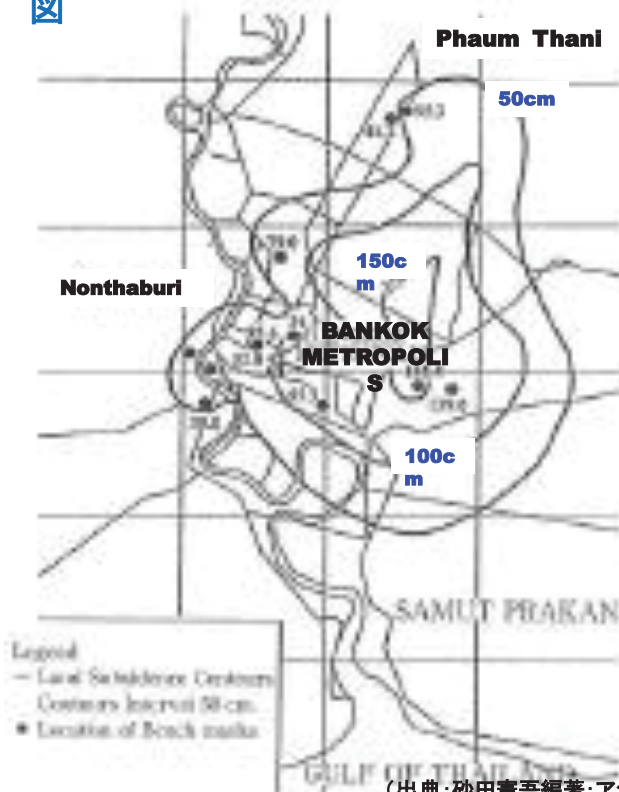
Flooding in Jakarta, Indonesia

こうした風景もアジアの多くの都市に共通

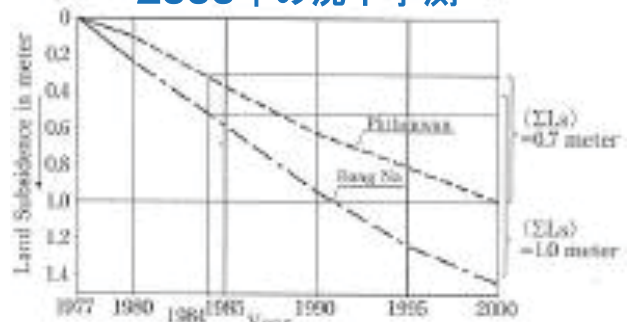
洪水氾濫によってできた沖積地は、**水害危険地帯**
～**水害軽減対策が重要**～
日本は、都市化河川流域の治水対策について豊富な経験

バンコク首都圏の地盤沈下

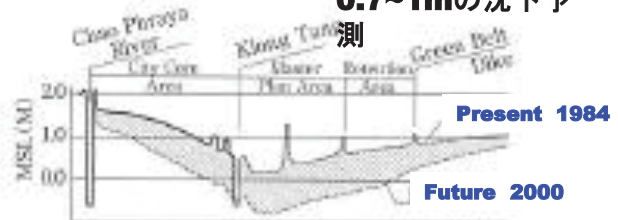
1986~1993年累積沈下コンター
図



1984年時点での
2000年の沈下予測



0.7~1mの沈下予測



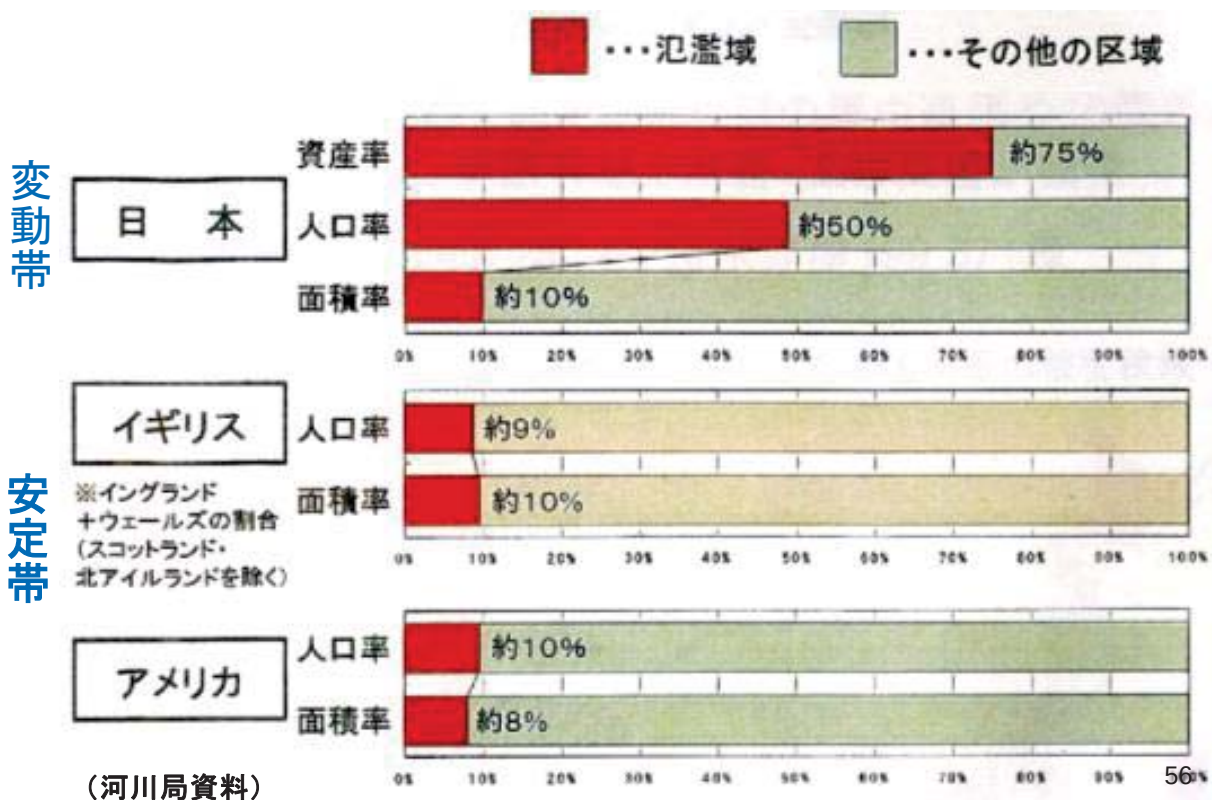
- * バンコク中心街は、チャオプラヤ川の水面より低い
- * 感潮区間

(出典: 砂田憲吾編著: アジアの流域水問題、「2.3 チャオプラヤ川流域」pp53-86、技報堂出版)

55

モンスーンアジア温暖多雨・変動帯における人間の働きかけ

アジア変動帯の人口／資産は、沖積地の氾濫域に集中

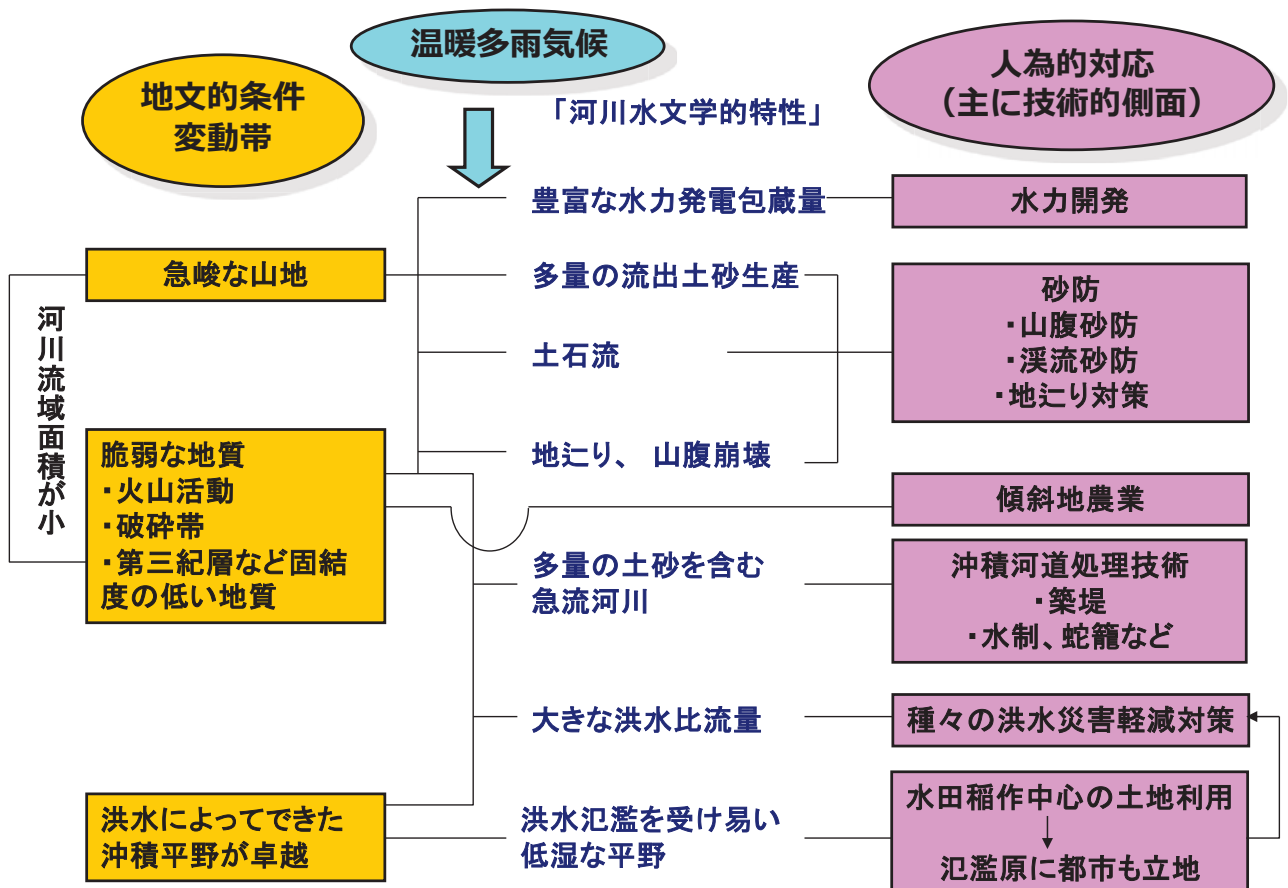


水不足・汚染・衛生問題: “Too little water” problems

- 多雨地帯ではあるが、降雨の時間的・地域的変動が激しいことに加えて、**急激な水需要の増大**のため、特に都市(マニラ、ジャカルタ、バンコクなど)を中心として、**水不足**が深刻。

同時に、**水域汚染、衛生問題、および地盤沈下問題**がある。

- これらに対する**対策**は、地下水を主な水源とする中東やアフリカ等の**乾燥・半乾燥地帯**とは異なる。つまり、“Too little water”と“Too much water”を同時に解消する方策が指向される。

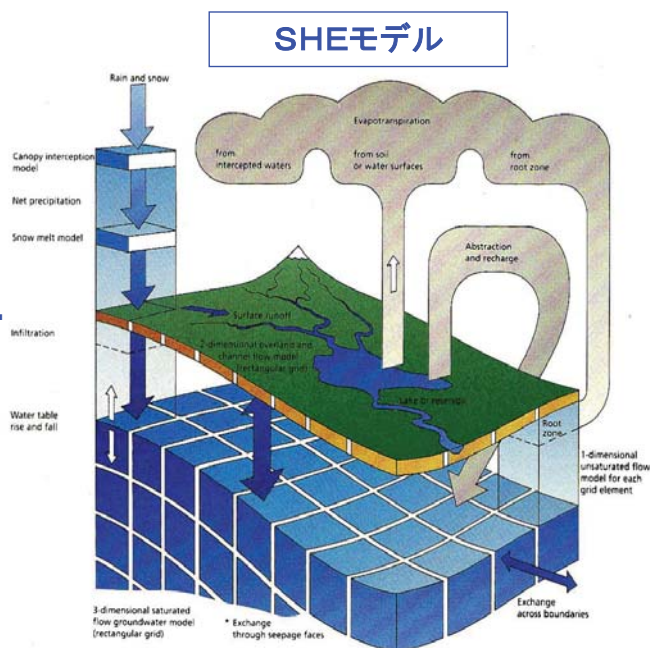


変動帯と安定帯とでの水文・水資源学研究の相違

分布型水文モデルにおける斜面流れ成分

- ヨーロッパで共同開発された分布型水文モデルSHE (Système Hydrologique Européen):
なだらかな地形のため鉛直浸透のみのモデル化
→ 日本を始めアジアの山地・丘陵地での適用性が低い (Jha et al. 1995)

- 斜面流成分を含むモデル化により、アジア域の山地に適用できる分布型水文モデルの開発 (例えば IISDHI)



59

変動帯と安定帯とでの水文・水資源学研究の相違

陸面モデルSiB2に水田スキームが無い

- NASA (合衆国) で開発された陸面モデルSiB 2には、水田スキームが含まれていない
— 欧米ではマイナーの土地利用
— アジアではメジャー

- 日本が主導した国際共同研究「アジアモンスーン・エネルギー水循環観測研究 (第1フェーズ、1996 - 2001)」での水田フラックス観測により、水田スキームを開発



タイ・チャオプラヤ川流域あるいはインドシナ半島での水循環シミュレーション結果が向上 (Kim et al., 2001)



タイ、スコタイの水田でのフラックス観測

60

変動帯と安定帯とでの水文・水資源学研究の相違

“火山水文学”の成立へ

- 欧米では、特殊な水循環過程をもつ石灰岩地帯を対象に“**石灰岩地帯水文学 (Karst hydrology)**”なる分野が成立している
- 変動帯／火山地帯は、特殊な水循環過程と土砂生産・流出過程をもっており、“**火山水文学 (volcanic hydrology)**”の体系化が待たれる



Mt. Fuji and its springs

61

変動帯と安定帯とでの水文・水資源学研究の相違

土砂生産／流出の相違



地滑り



火山噴火



土石流

- 安定帯での土砂生産の主体は、雨滴による土壌剥離と地表流による侵食—“**Universal Soil Loss Equation (USLE)**”として定式化
- 変動帯では、侵食のほかに、**山地崩壊／地滑り、火山噴火、土石流**などの不連続な土砂生産の効果が大きい—難しいが、これらの見積もりが必要

62

変動帯と安定帯とでの水文・水資源学研究の相違

モンスーン・アジアに特有なその他の研究課題

- アジア・モンスーン域の降水機構、水資源変動、ENSO／エルニーニョの効果
- 水田稲作地帯の灌漑排水技術と水管理
- 沖積低地に立地する都市の治水、利水、環境問題
- 水の絶対量は多いが、需要とのインバランスによる大都市の**水不足と水域汚染問題**
- 多量の土砂生産／流出に対する対策（砂防技術、沖積河道の安定化など）
- 気象学、気候学、農業工学、河川工学、林学、地下水学、等等、**それぞれの分野で、安定帯と異なる研究課題**がある。



モンスーン・アジア地域に特有な水文・水資源問題に関する情報・研究・技術交流、研究開発、共同研究、技術協力等を促進するため、第3回世界水フォーラムを契機に「**アジア太平洋水文水資源協会**」を設立（2002年9月）、2003年第1回大会を京都を皮切りにほぼ2年おきに、**シンガポール、バンコク、北京、ハノイ**、そして2013年は第6回大会を**ソウル**で開催。

63

首都圏の水資源開発における 農業水利学サイドと河川管理者サイドの統合的対応 ～平成28年利根川渇水を契機に考える～

伝えたいこと

- * 利根川・荒川流域を繋いだ広域で緻密な水資源インフラシステム全体が H28年渇水に対して実にうまく対応。まず、この水資源システムの機能を高く評価したい。
- * 約60年掛けて構築されたこのシステム、どのような発想と経緯のもとに形作られたのか。全体を通説する資料はない。それらを明らかにしたいと思って、まず、利根導水路事業から取り掛かる。
- * 利根川・荒川水系連結水資源インフラシステムは、農業用水サイド、都市用水サイド、河川管理者サイドの利害を調整して構築された総合水資源マネジメント（IWRM）の素晴らしい成果。
 - － その中で、新沢嘉芽統らの調査研究に基づく利根川水資源開発構想は、総合的視点に立った提案（河川管理者サイドは都市用水より）。
 - － 新沢らの二つの問題設定：＜水利調整＞と＜ダム水源地域補償＞は、ダムに依存した IWRM の基本事項として極めて適切。

64

利根川・荒川水系の水資源開発

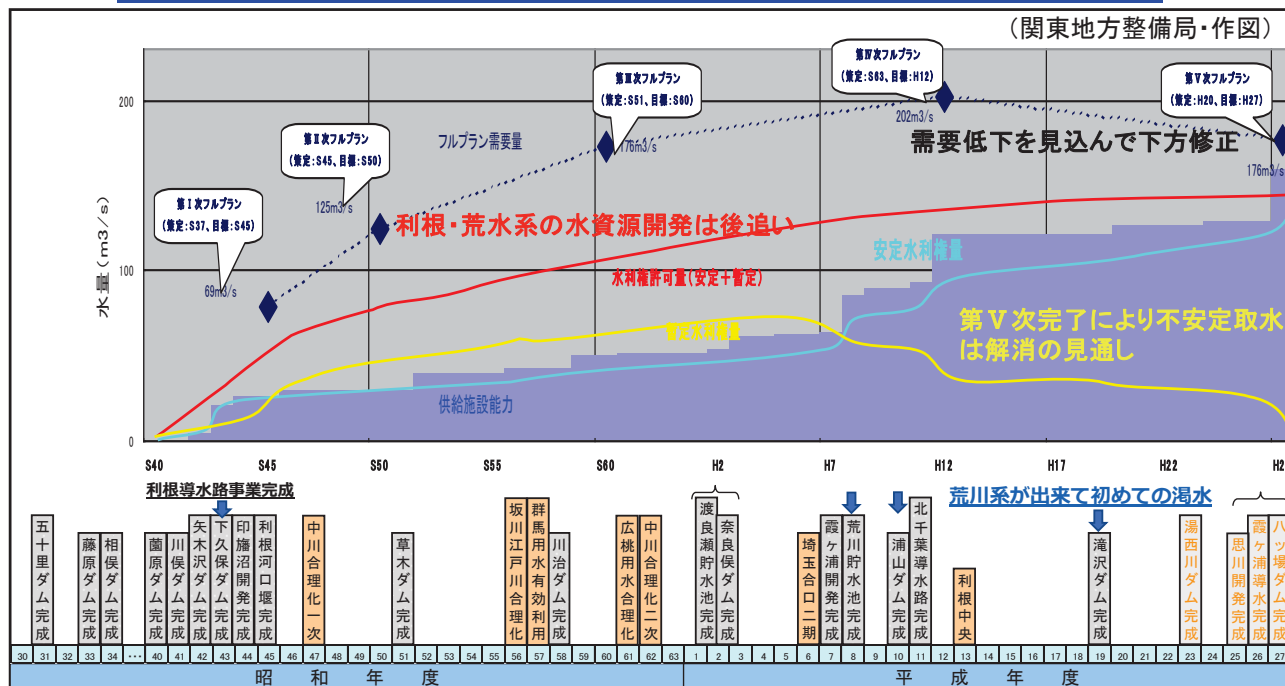


60年以上かけて築かれた広大・緻密な首都圏水資源供給システム:

- 1) 上流域: 利根川・荒川水系のダム群
- 2) 中流域: 利根導水路 (利根大堰と武蔵水路)、渡良瀬貯水池 (谷中湖) と荒川貯水池 (彩湖)
- 3) 下流域: 河口堰および印旛沼開発と霞ヶ浦開発、そして河口堰・霞ヶ浦開発の水を江戸川に運ぶ北千葉導水路
- 4) 上中下流域の農業用水路と都市用水導水路

65

60年以上にわたる首都圏への利根川・荒川水系の水資源供給システムの構築



- ※ 1 供給施設能力: 水資源開発施設が管理を開始した年度で、その施設の開発水量 (都市用水分) を積み上げ。なお、河水統制を除く値である。
農水合理化は、冬水分を手当とする水資源開発施設が管理を開始した段階で積み上げ。
未完成施設分はH21.4現在の完成予定年度で積み上げ。
- ※ 2 フルプラン需要量: 利根川及び荒川水系の水資源開発基本計画の値 (水道用水と工業用水の合計)。
I ~ IVフルプランにおける需要量は、水源施設整備が必要とされる量 (自流水・地下水等を含まない)。
Vフルプランにおける需要量は、利根川・荒川水系全体の水資源に依存する量 (自流水・地下水等を含む、これを除くと約146m³/s)。
- ※ 3 水利権量: 利根川及び荒川水系のダム等施設に係る安定水利権と暫定豊水水利権の合計値 (水道用水と工業用水の合計)。

利根導水路事業の顛末

資料

- * 直江重彦：首都圏の水資源開発に関する政策決定過程―利根導水路事例一、
(蠟山政道・一瀬智司編：首都圏の水資源開発、東大出版会、pp.267~280、1968(S43).3.31) の付論
- * 水資源開発公団・利根導水総合管理所：利根導水路建設の経緯、
人事院公務員研修資料（昭和44年度）、pp.82、平成3（1991）年4月
- * 東京都水道局：東京都水道第一次第二次第三次利根川水系拡張事業誌、
平成5（1993）年4月1日
- * 水資源開発公団・利根導水路建設局：武蔵水路工事誌、昭和43（1968）年4月20日
- * UNESCO IHP, NARBO et al: IWRA GUIDELINES at River Basin Level, Part 2-1 The Guidelines
for IWRM Coordination, Chapter 5.Good Examples, 5.9 Tone River(Japan), PP.138~148, 2009

67

水を巡る当時の社会状況（1）

- * 都市化の進展⇒都市用水（上水道・工業用水）の急増⇒地盤沈下の進行
- * 特定多目的ダム法（ダムを利水部門間と治水で共用）が、昭和32年4月1日
制定施行
- * 東京都の水不足顕在化：小河内ダムが昭和32年10月竣工するも水が溜まり
難く、利根川に水源を求める動きが活発化
- * 産業計画会議（理事長 松永安佐工門）は、昭和33年7月「水問題の危機は
迫っている」と題する水利用高度化の勧告を発表、
34年8月「沼田ダム構想」を発表
- * 建設省の利根川治水計画は、カスリン台風水害後昭和24年の改定で、
初めて上流ダム群による洪水調節を導入。特定多目的ダム法の施行を受けて
昭和34年度から本格的な（藤原、相模、園原ダムには都市用水は含まれて
いない）多目的ダム、矢木沢ダムと下久保ダムに着工。

68

水を巡る当時の社会状況（2）

- * 農業用水についても、事態は深刻。昭和30年、31年の渇水に続き、33年には下流部では激しい塩害に見舞われる渇水を経験。
農林省は、矢木沢、下久保ダムの建設計画の積極的に参加する立場から、利水の基礎資料ともなる利根川の水利用を検討するために、昭和34年度に利根川農業水利調整協議会を設置。
- * 当時、水不足問題は重要な政治問題。与党の自民党は、昭和35年春、治水と利水の総合的政策を確立する方針のもと、水資源対策特別委員会を設置。こうした政府の方針に沿って、昭和36年度、各省は水資源開発を目指してそれぞれ大蔵省へ予算要求
 - ・ 建設省：水資源開発公団
 - ・ 通産省：工業用水公団
 - ・ 農林省：水利開発管理公団
 - ・ 厚生省：水道用水公団
- * 大蔵省は、一本化するよう調整の必要性を主張。とりあえず、昭和36年度予算で、経済企画庁に審議会設置費200万円を認め、緊急性の高い都市用水に対して厚生省と通産省に調査費を配付。これにより、厚生省では首都圏の将来上水道計画を、通産省では工業用水整備10か年計画の立案に着手。⁶⁹

水を巡る当時の社会状況（3）

- * 自民党・水資源対策特別委員会は、昭和36年3月に“治水のための水資源開発公団と、通産、農林、厚生利水3省の用水事業公団の二本立てで水資源開発を進める”という自民党案をまとめ、政府に申し入れ。
- * しかし、36年4月下旬、政府首脳会議の席上、池田首相が、水資源関係公団案を一本化して、今国会に提出すべく、経企庁に対して各省調整をするよう指示。
- * 同年5月12日、経企庁は各省の従来の権限は侵さないことでようやく合意を取り付け、自民党案との調整に入ったが、自民党総務会において、“利用者側の利益のみが考慮され、水源県の利益が保障されていない”等の意見が出て、調整は不調。
- * 昭和36年5月16日、池田首相による裁断：水資源開発公団に一本化し、公団が行う実施事業のうち一般業務は首相（経企庁長官が代行）が、各種事業については事業項目担当の省の長が主務大臣として所管。特に、公団の最初の事業となる利根川の多目的水路については、建設省の主管とする。

水を巡る当時の社会状況（４）

＊政府は池田首相裁断に基づいて昭和36年の通常国会に、水資源開発促進法、水資源開発公団法および経企庁に水資源局を設置する関係法案を出したが、審議未了。

これらの法案は、昭和36年年11月の臨時国会において、可決成立。

＊昭和37年4月1日 経企庁に水資源局設置

局長は大蔵省から出向、各課長・主要担当官は関係各省からの出向者
同年4月27日 閣議決定により利根川水系が水資源開発促進法に基づく初の開発水系に指定（因みに、荒川の指定はs47年）

同年5月1日 水資源開発公団発足

初代総裁は進藤武左工門（電源開発副総裁）、理事および主要職員は建設省、厚生省、通産省、農林省、自治省、大蔵省、経企庁、科技庁等関係省庁からの出向者、また、関係地方公共団体および関係公団等の職員も採用。

＜発足後の理事会で、寄り合い世帯の弊害を除去するために、担当理事の下に他省庁出身者を当てるなど、公団としての一体性、協力体制の構築を申し合わせ＞

71

利根導水路の取水／導水方法に対する 東京都、建設省、農林省の思惑の違い（１）

＜東京都＞

＊昭和28年、国が未着手の利根川河水統制事業の実施を決定したのを受けて、これに都の水道拡張事業の水源を含めるよう、建設大臣に要請。
戦前の第三次拡張事業に見合う「利根川拡張計画」を策定。

＊利根川拡張計画の概要：戦前の第3次水道拡張事業と同様に、取水地点は上流の岩本（我妻川の酸性水を避けるため）で西部山岳地帯を隧道で導水、羽村系施設（山口貯水池と東村山浄水場）と結合させるとことを計画の基本とする。取水量は、戦前の12.0m³/sから16.6m³/sに増大。

＊しかし、群馬県が矢木沢ダムに依存する群馬用水計画を立て、東京都が要望する水量16.6m³/sに対し戦前の最大12.0m³/s以上の余裕がないことを強く主張、水量配分の協議は難航。この時期、建設省において同じく特定多目的ダム法に基づく下久保ダムの計画を策定中、東京都上水道用水の一部もこれに依存する案の提案、都がこれを受け入れて解決。

都上水道は、矢木沢ダムと下久保ダムに依存することになり、取水量、導水方法を巡って、国、都、水資源開発公団、関係県の間で様々な議論。

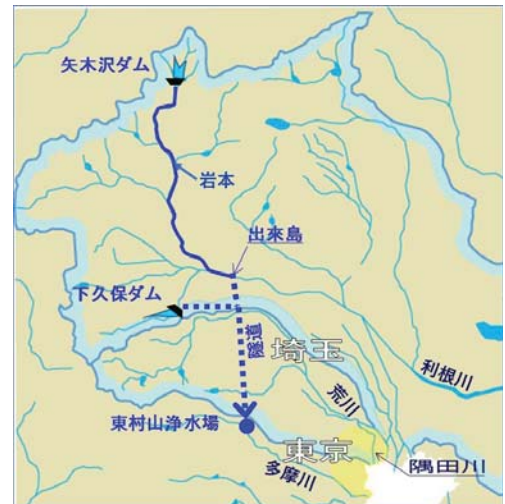
72

利根導水路の取水／導水方法に対する 東京都、建設省、農林省の思惑の違い（２）

＜建設省の「第一幹線案」＞

＊昭和33年12月、建設省は矢木沢・下久保両ダムの建設を含む「利根川開発計画」を策定。その中で、都上水道用水を延長63kmの水路で導水する「第一幹線案」を発表。

＊矢木沢ダム分は埼玉県本庄地先・出来島で取水し、高台にポンプアップ、いっぽう、下久保ダム分は、ダムから直接取水して矢木沢ダム分と合流させ、埼玉県西部を隧道で都が新設する新浄水場まで導水する計画。



第一幹線案を一部修正した出来島案

＊この案の利点：

- ①用地買収費が少ない隧道であること。
- ②上流からの取水であるため水質的に有利でかつ、ポンプ等導水原価の低減が図れること。
- ③隧道であるため導水中の水質変化が少ないこと、等

73

利根導水路の取水／導水方法に対する 東京都、建設省、農林省の思惑の違い（３）

＜農林省の「見沼代用水利用案」＞

＊農林省は、**利根川農業水利調整協議会**（S34～35年度）での検討を基に昭和36年6月「埼玉合口事業計画」を作成。利根川本川取水の7つの農業用水（見沼代用水、羽生 領用水、葛西用水、稲子用水、古利根用水、北川辺用水、坂東用水）を見沼代用水取水口付近に合口し、矢木沢・下久保両ダムによって確保される都上水道用水を合わせて取水する「見沼代用水利用案」

＊合口地点に建設される取水堰で取水された都上水道用水は、見沼代用水路敷地内を並列導水し、見沼代用水東縁用水の川口市付近で分岐、以降上水道専用水路により板橋付近の新浄水場まで59kmを導水。



＊農林省提案の理由；

- ①都市用水を上流でとることは下流の農業用水に対して優位となり、平等の原則に違反
- ②個々の取水を総合して合口することにより、水利用の合理化が可能
- ③江戸時代から使用されている農業用水路の改修を利根導水路事業と共同で行うことは、都市用水と農業用水の両者にとって有利
- ④農業用水の合理化により新たに生じた余剰水を都市用水に活用することは、水事情の解決策として有利。

74

「新沢嘉芽統（編著）：水利の開発と調整 上下巻 時潮社 S53.9.8」に見る利根川流域の水資源開発構想

目次

序、解題

1. 北上川下流域の水利秩序の変遷（S31年度）
2. 高梁川筋の水利秩序の変遷（S32年度）
3. 遠賀川における水利調整の経緯（S42年度）
4. 水利による地域総合開発計画～紀の川と河内・和泉の地域特性を生かして（新沢・華山、S43・4年度）
5. 福岡市郊外那珂川の農業用水の転用事例（岡本、S45年度）
6. 利根川の農業水利調整対策の問題点（S34年度）
7. 江戸川の渇水対策（新沢・岡本・華山、S40・1年度）
8. 農業用水の都市用水への転用に関する考察～埼玉県中川流域を事例として～（新沢・岡本、S45年度）
9. 渡良瀬川の水利調整計画に関する考察（新沢・華山・岡本、S41・2年度）

10. 霞ヶ浦用水計画

（新沢・徳永・志村・岡本・華山、S39・40年度）

以下、下巻

11. 茨城県下の那珂川開発計画

（華山・志村・岡本・新沢、S41・2年度）

12. 荒川の水利開発計画の構想

（華山、S42年度）

13. 多摩川の水利～その史的展開～

（華山、S36年度調査にS40年度補修）

14. 相模川の水利調整と課題

（華山・志村・佐藤・岡本・新沢、S39年度）

15. 酒匂川の開発計画に関する考察

（佐藤・志村・新沢・岡本・華山、S39年度）

 : 現実の計画に大きな影響

 : 実現した計画とは異なる提案

序に見る本書の背景と問題意識（1）

- * 沖積平野の大部分は水田として開発、渇水時に干害が起こる水田地帯が多い。
いっぽう、広大な沖積平野には都市も発達、特に、高度経済成長以降は企業と人口が都市に集中、都市用水（上水道・工業用水）の需要が急増、これに対しても河川からの水供給の増強が不可欠。
- * 渇水時でも、農業用水を確保するには、渇水補給用のダムの築造が必要。都市用水の供給に対しても、また、治水対策として洪水を調節するにもダムは有効。
こうして、多目的ダムが代表的な手法として登場。
- * ただ、ダム建設に際しては、水没補償の難問、ならびにダムによる開発水の利用の仕方に対する地域間／部門間の対立の調整問題あり。
- * 地域間／部門間の対立：
- 取水地点の位置と取水量の配分：上流で取水されると途中で取水され、目標とする水量が下流に達しない（上流優位）。

序に見る本書の背景と問題意識（２）

- * その解決のためには、取入口を統合整理（合口）し、それぞれの必要水量に応じて流量を配分するという調整問題
- * 都市近郊の水田の潰廃に伴う農業用水の都市用水への転用に係る調整問題
- * 新規開発では、過去の開発によって形成された既存の権利関係（古田優先、上流優位）と調整が不可欠。
- * 河川はそれぞれ特有の個性を持つ。この河川の個性と普遍的な手法や問題を間違いなく組み合わせるには、それぞれの目的に対応して必要となるその河川の個性をしっかりと把握しなければならない。自然とその時の人文・社会だけでなく、治水を含めた水利史としてとしての把握が重要。
- * 一般性を求める科学技術とは異なり、**特定の地域に則した調査研究が重要。**

77

「6.利根川の農業水利調整対策の問題点 （上巻 昭和34年度調査 pp.315~333）」 における提案

＜背景＞

- * 昭和33年利根川渇水（空梅雨）：最下流の大利根用水地域は激しい塩害被害。
- * 東京都上水道に給水する利根川水系の矢木沢ダムと下久保ダムの計画が進行中で、その取水地点をどこにするかが、農業用水側の大きな関心事。
- * 農林省農地局が昭和34～35年度に「**利根川農業水利調整協議会**」を設置。それに意見書として提出されたのが、この章のとりまとめ。

＜提案の骨子＞

1. 埼玉合口堰の建設と見沼代用水の幹線水路を東京都上水道と共用する。
2. 下流については、佐原と安食の間に合口堰を建設し、九十九里浜へ取水する両総・大利根用水路と印旛沼から取水する京葉工業用水の調整施設とする。
3. 施設の管理機関としては、“利根川開発管理庁”を設置する。

利根導水路の取水／導水方法に対する 東京都、建設省、農林省の思惑の違い（４）

＜建設省と農水省の案に対する東京都の対応＞

- * 建設省の事業計画に協力することとし、昭和36年10月に、取水地点を岩本からはるか下流の埼玉県本庄地点に変更した「利根川系水道拡張事業計画」を策定して、利根川からの導水の早期実現を各方面に働きかけ。
- * 「見沼代用水利用案」については、利根川の水を東村山浄水場に導水し既存の送・排水施設を活用することが最も効果的であり、原水受け入れ施設のない板橋付近への導水は不利であるとして、拒否。
- * 東京都が「第一幹線案」を指示した理由；
 - ① 上流取水することが、水質的に望ましい。
 - ② 下久保ダムから直接自然流下で取水できる。
 - ③ 都の給水系統が羽村系を根幹としているので、村山・山口貯水池と連絡することによる、現有施設を利用し早期に効果を発揮できる。

79

水資源開発公団による「荒川利用案」の立案過程（１）

- * 昭37.5.1公団発足、役員会議で公団事業について国からの指示がなく前例もない中で、国からの事業指示を待つのではなく、事業を積極的に進めるべしとの意見。
- * 小林泰計画担当理事（前河川局開発課長、建設省当時矢木沢・下久保ダム計画ならびに「第一幹線案」の立案）は、小川計画部長（前農林省農地局建設部災害復旧課長）と佐々木才朗計画課長（前建設省開発課長補佐、特定多目的ダム法のコストアロケーション法の考案）と公団最初の事業として調査費1億円で利根導水路関係の積極的調査に着手。
6月には早速、次の問題点を指摘；
 - ① 昭和39年の東京オリンピックに間に合わせ、東京の水不足を解消するためには、工期ができるだけ短いことが必要であるが、長距離トンネルは工期の長期化を招く。
 - ② 利根川に東京都の水利権16.6m³/sを設定することは政府部内で了解済みであるが、これと利根川中流以下の農業用水路等各種利水者との調整が必要であり、これには長時間を要する。
 - ③ 導水路を建設する埼玉県の同意が必要である。
 - ④ 将来の東京都の水道需要増大に備え何らかの対策が必要である。

80

水資源開発公団による「荒川利用案」の立案過程（2）

- * 昭37.6.17 経企庁水資源局における利根川水系開発基本計画（矢木沢ダム・下久保ダム）の諮問案に関する関係各省担当者の話し合いのなかで、佐々木公団計画課長が利根導水路計画の水路として荒川を利用したらどうかというアイデアを提示、各省の担当者も一考に値すると評価。
- * 小林理事はこれを受けて、堀直治第二工務部担当理事（前農林省農地局参事官）、小川計画部長と協議、「埼玉合口事業計画」にある合口堰計画と結びつけた「荒川利用案」は適切な計画と考え、計画部に検討するよう指示。
- * ところが、「荒川利用案」に対して、農林省当時見沼代用水利用案を含む埼玉合口事業計画の立案担当であった渡会調査課長（前農林省農地局技術課）が、“農業用水の合理化によって生じた余剰利水の都市用水への使用を考えていないこの案は適当でない”と反対。
- * 小林理事は、“農業用水の合理化という難問を内蔵している見沼代用水利用案はこの際切り離して考えるべき”と判断、堀理事に説得を依頼。

81

水資源開発公団による「荒川利用案」の立案過程（3）

- * 堀理事は、見沼代用水等の各土地改良区の理事長ならびに埼玉県知事と協議した結果、“合口事業によって生ずる余剰水も利用するためには末端工事の完了を必要とし、かつ、各土地改良区の同意を必要とするため、時間的に無理がある”と判断、渡会課長に余剰水利用を切り離れた合口案に練り直すよう指示。渡会課長も、新水路で荒川に連絡する佐々木案に合意。
- * 昭37.6.22 公団役員会で小林理事が“今後荒川利用を考えた利根導水路計画を公団として進めたい”と提案し承認。直ちに、建設省に赴き、かつての同僚であった山本三郎建設次官に会って、荒川利用案への協力を依頼。
- * 同年6.26 経企庁水資源局・第2回水資源開発審議会（会長 足立正）において、矢木沢・下久保両ダムの利根川水系開発基本計画への組み入れを諮問、答申を得る。
- * 同年6.26～28 小林理事は、小川部長、佐々木課長らとともに、公団の「荒川利用案」、建設省の第一幹線案を若干修正した「出来島案」、および農林省の「見沼代用水利用案」を現地視察、公団案が実現可能と判断。翌29日役員会で、その報告を行い、埼玉県に調査事務所を置くことを決定。

82

「荒川利用案」の決定経緯（1）

＜「荒川利用案」の利点＞

- ①合口による同一地点での取水であるため既得利水者の理解を得やすい。
- ②開水路の武蔵水路で導水し荒川流路を利用するため、工期、工費とも縮減できる。
三案の費用の比較：
 - ・出来島案⇒240億円
 - ・見沼代用水案⇒186億円
 - ・荒川利用案⇒164億円（当初見込み）
- ③末端工事の完了を必要とする農業用水合理化による余剰水利用と、合口事業を切り離すことにより工期の短縮を図れる。



83

「荒川利用案」の決定経緯（2）

＜公団案立案当時の各ステークホルダーの状況の変化＞

* **建設省**；以下の理由により、第一幹線案から後退。

- ①埼玉県の水需要の中心部から導水路が西に寄りすぎているので、多目的性に欠ける。
- ②取水口が上流部に位置し下流既得水利者を刺激する。
- ③下久保ダムからの直接取水により、神流川下流の伏流水維持が困難となる、等。

* **東京都**；以下の理由により、第一幹線案に固執することが得策でないと判断。

- ①昭和36年からの水不足により計画決定を急ぐ必要がある。
- ②伏流水問題により下久保ダムからの直接取水が困難になった。
- ③埼玉県下の水需要が具体化してきたなど、客観情勢に変化がある。

* **農林省と地元土地改良区**；農業用水合理化による余剰水の都市用水への転用を考えていないその他の案は適当でないと、見沼代用水利用案を強く主張。しかし、**地元土地改良区の強い反対**（特に、葛西土地改良区の理事長でもある三ツ林県会議長は、取水量が減少する合口事業には絶対反対の態度）に会い、農林省は、地区内の合理化は第二次として将来考えることとし、とりあえず一次案として合口堰と専用水路の建設を進めるという方向に転換。

* **埼玉県**；東京の水を上流で採ることなく農水と同一地点で取水すること、つまり合口事業自体には賛成であるが、合口後既得利水者の取水量が減少するような計画には反対であると主張。

84

建設省；特定利水者が一級河川を使用することは問題であるが、隅田川の水質保全と合わせ考えてみたい、等の意見を提示。

農林省；合口堰と専用水路の建設を進めたいが、利根川中流の既得水利権を侵害しないこと。

厚生省；埼玉県南の都市用水の需要の増大に備えて、荒川からの取水地点をできるだけ下流にし、都の新設浄水場を城北地区に建設してはどうかとの意見。

東京都水道局；このように大筋としては、「荒川利用案」が実現の方向に動き出したので、昭和37年9月の局議で、

- 85

* 水資源開発公団；関係者の意見を入れて「荒川利用案」を以下のようにまとめて、経済企画庁へ提出。

- *建設省；その後、隅田川の浄化用水として利根川の余剰水を利用するために20m³/sの導水規模を50m³/sに拡大すべきとの修正案を提示。



利根導水事業が統合水マネジメントとして成功した理由

○社会的状況：

- * 水不足は社会問題で、その解決は重要な政治問題でもあった（政治の主体的関与）
- * ステークホルダー間で、将来の水不足に対する危機感、ならびに東京オリンピックまでに決着をつけなければという期限への認識が共有（太田信介氏の言：誰も悪者になりたくない）。

○ステークホルダー間の調整：

- * 東京都、農林省、建設省が、それぞれの立場から利根川の水資源利用の計画を持っていた。
- * 水資源開発公団のという調整の土俵ができたこと：各ステークホルダーの代表で構成される組織ができたこと＜適切な調整の場の設定＞とそこにやる気のある優秀な人材が集められた＜人材の登用、あるいは育成＞こと。
 - －小林計画担当理事（元建設省技官）：全体を見通した柔軟なCollaborative Leadership
 - －小川計画部長（元農林省技官）、佐々木計画課長（建設省から出向）ら、農林省と建設省出身者が意見を戦わしながら、最終的には水資源開発公団の立場からのCollaborationにより、都市用水、農業用水、および河川環境にとっても好ましい、win-win関係の荒川利用案を実現。

87

これまで、水資源開発管理において、河川管理分野と農業水利分野は、対立関係（不仲）にあるように言われてきたが、首都圏の水資源開発・管理の経緯を現在冷静に見ると、お互いの利害が巧みに調整され、連携・統合化されたと見ることができる。

これから重要課題となる地球温暖化に適応する流域治水対策や水循環基本計画に基づく流域水循環計画など、総合的な流域水マネジメントや国土保全管理においても、両者の協調的關係が築かれることを期待する。首都圏の水資源開発のレビューは、それへ向けてのヒントをくれると思える。

ご清聴ありがとうございました！

総合討論

かんがい排水分野における持続的な
水循環のための教育研究

株式会社 三祐コンサルティング
東京支社長 久野 叔彦

第12回 若手かんがい技術者による海外事業・研究に関する事例報告会
および
第10回 かんがい排水に関する勉強会

[ワールド・カフェ方式での総合討論]

かんがい排水分野における
持続的な水循環のための教育研究

2017年12月19日

1

ワールド・カフェ

ワールドカフェの発見:

1995年1月。激しい雨の降るカリフォルニア州ミルバレーで、ワールドカフェの創始者であるアニータ・ブラウンとデイビッド・アイザックスは、知的資本に関する戦略的ダイアログのため7カ国24名の専門家が集う会議のホストを務めていた。

雨でパティオが使えないため、リビングにTVテーブルを並べ、フリップチャートの白紙をテーブルクロスの代用とし、コーヒーとクロワッサンを供してゲストが揃うのを待った。

開会を待つゲストは、カフェにいるような気楽な気分で会話を楽しみ、テーブルクロスには興味深い落書きを残していった。ゲストの提案で、他のテーブルと考えを共有するために1人がテーブルホストとして残り、他のゲストは別のテーブルへ移動し、会話を続けることとなった。

最後に、テーブルクロスの落書きを大きなロール紙にまとめた時、集合的な発見と洞察が、そこにあった。

7つの原理

1. コンテキストを設定する (目的の明確化)
2. もてなしの空間を創造する (もてなしと安心感)
3. 大切な質問を探求する (集合的関心)
4. 全員の貢献を促す (個と全体の関係)
5. 多様な視点で他花受粉させてつなげる (多様)
6. パターン・洞察・深い質問に共に耳を澄ます
7. 集合的な発見を収穫し、共有する

出典: ワールド・カフェ: アニータ・ブラウン&デイ
ビッド・アイザックス 著・香取一昭／川口大輔 訳

3

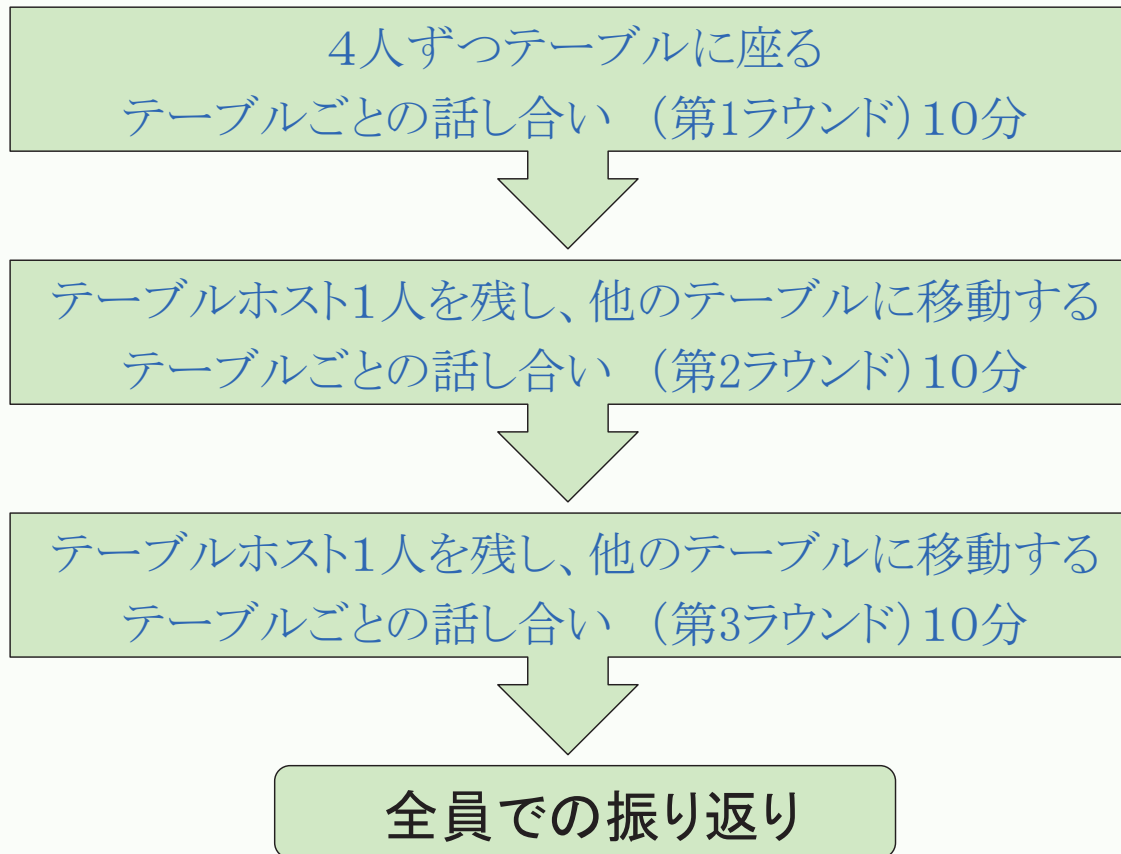
カフェテーマ

食糧生産に必要な
用水は確保できるの？

家族・友人からの質問に
解り易く説明する

4

演習：ワールドカフェの流れ



5

カフェ・エチケット

1. 問いに意識を集中して話し合いましょう
2. 対等な立場で話し合いをしましょう
3. あなたの考えを積極的に話しましょう
4. 話は短く、簡潔にしましょう
5. 相手の話に耳を傾けましょう
6. 遊び心で、いたずら書きしたり、絵を描いたりしましょう

6

テーブルの上の紙

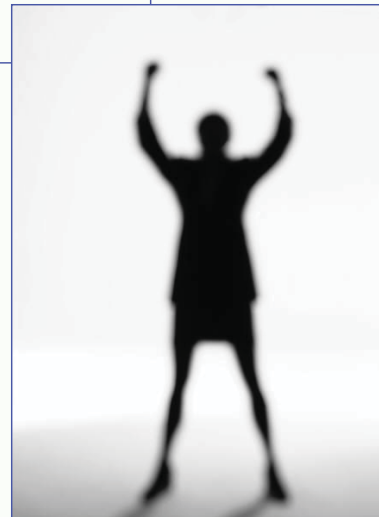
◆ 思ったことを自由に書いてください

1. 言葉でも、絵でも、図表でも、描き方は自由です
2. 描いたモノが他のモノと関連性があるときは、線や→で結んでみましょう
3. 手元だけでなく、真ん中を使ってみましょう
4. 模造紙は、全てのラウンドを通して一枚なので、次のラウンドでは重ね書きしてください

7

おやくそく

◆ ファシリテーターが手を挙げたら、会話を中断して、皆さんも手を挙げてください



8

カフェの開店

第1ラウンド 4人ずつテーブルに座る
テーブルごとの話し合い 10分

◆ 自己紹介

1. テーブルクロスに名前・所属を書いてください

◆ 「問い」

1. 現在の日本では、「食糧生産に必要な用水は確保できると思いますか」 まず、はい/いいえ、で教えてください。
2. 解答についての、根拠・前提条件・課題・心配について
テーブル内で説明してください。

9

第2ラウンド テーブルホスト(1人)を残して移動
テーブルごとの話し合い 10分

◆ ホストからの説明

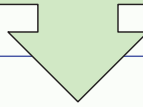
1. ホストは第1ラウンドの成果を説明してください

◆ 「問い」

1. 10年後の日本では、「食糧生産に必要な用水は確保できると思いますか」 まず、はい/いいえ、で教えてください。
2. 解答についての、根拠・前提条件・課題・心配について
テーブル内で説明してください。

10

第3ラウンド テーブルホスト(1人)を残して移動
テーブルごとの話し合い 10分



◆ ホストからの説明

1. ホストは第1・2ラウンドの成果を説明してください。

各テーブルが他者に説明 5分

◆ 情報共有

1. 各テーブルの議論の内容を、過程・落書きを使って、他のグループに説明します。

11

振り返り

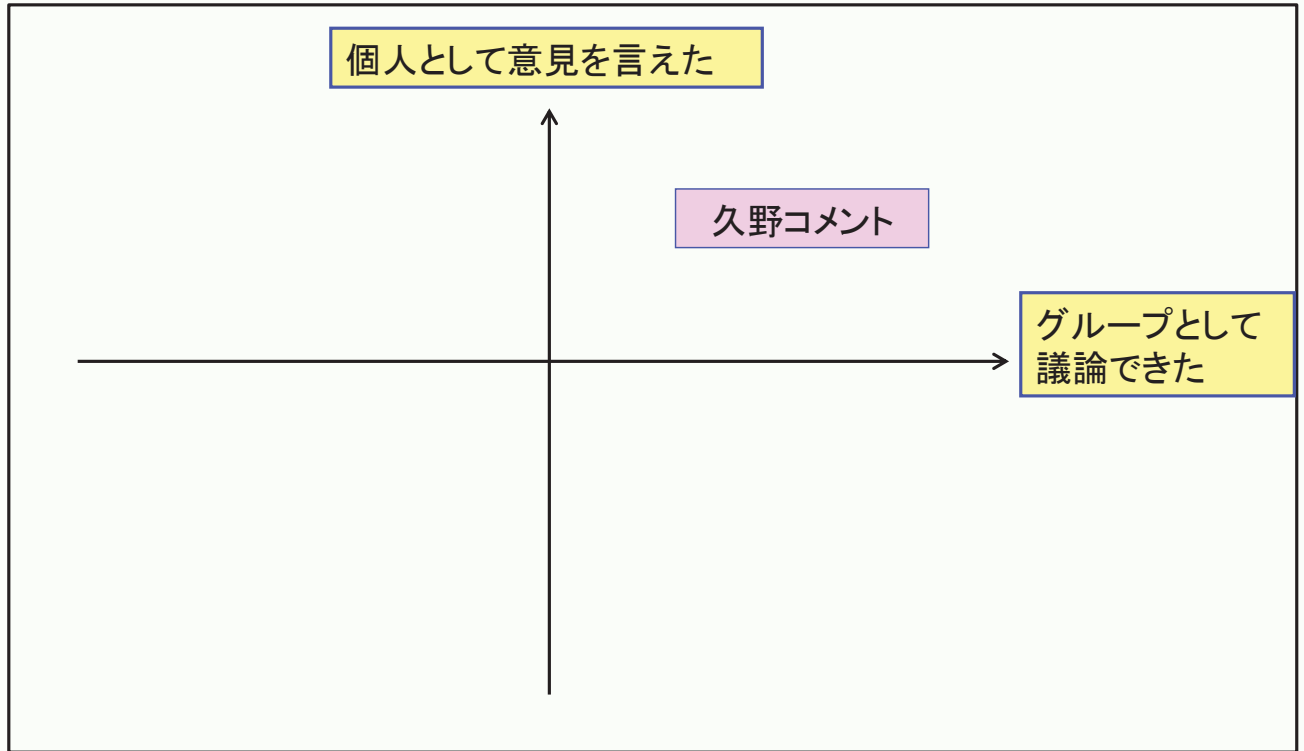
◆ カードに、コメントを書いてください。内容は以下とします。

- ① 1)「キーワード」
- ② 2)「気づいたこと」
- ③ 3)「自分が今後したいこと」
- ④ 4)その他

◆ カードを模造紙に貼ってください。

12

全員での振り返り



カフェの閉店