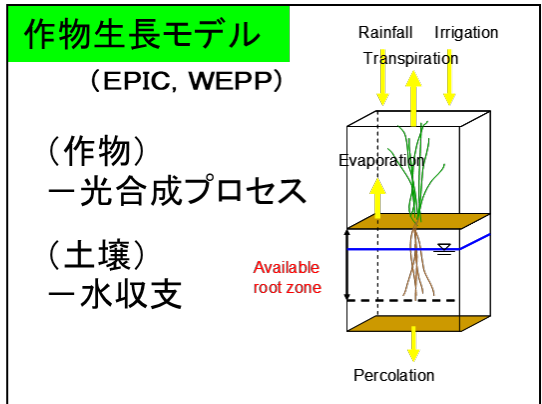


作物モデルを用いた灌漑必要水量予測と気候変動影響評価

(吉田ら:2014、2021)

気象・栽培条件

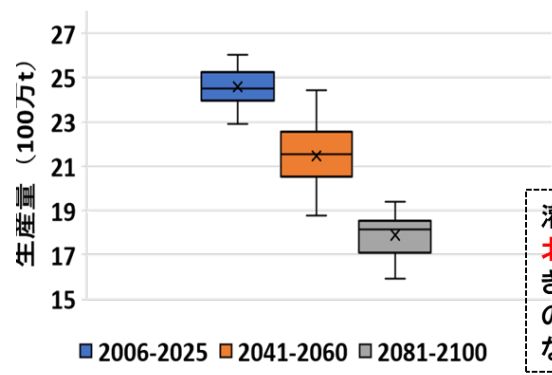
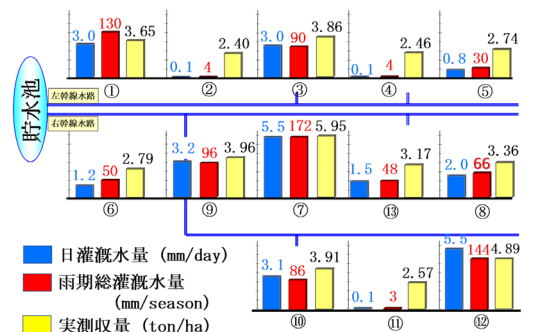
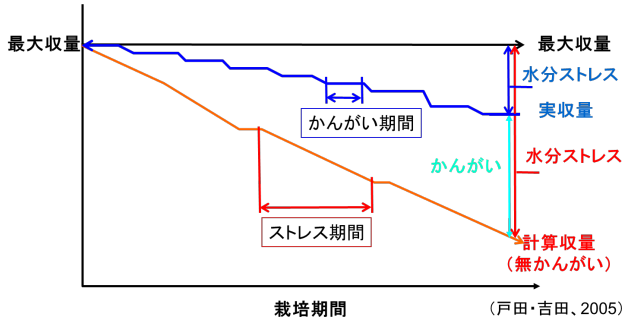
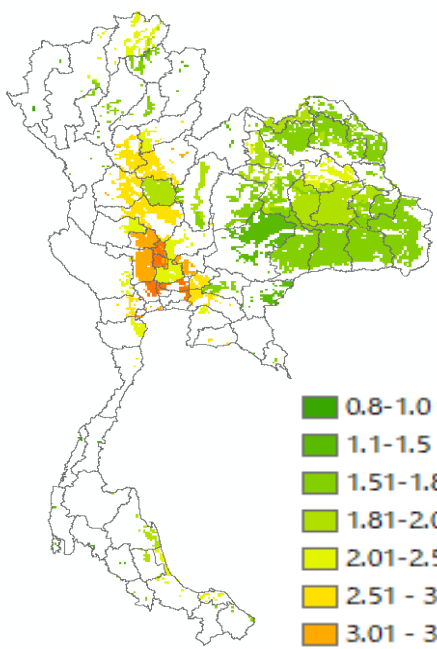
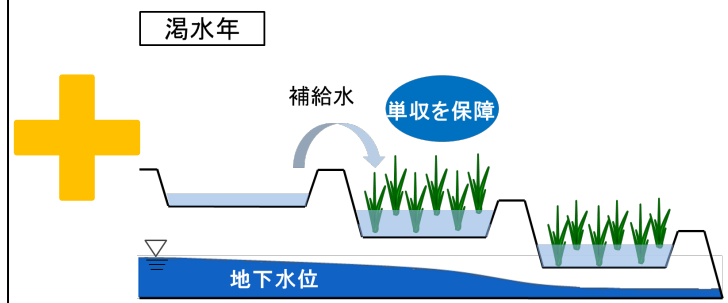
- 気温
- 日射量
- 降雨量
- 施肥
- 灌漑率



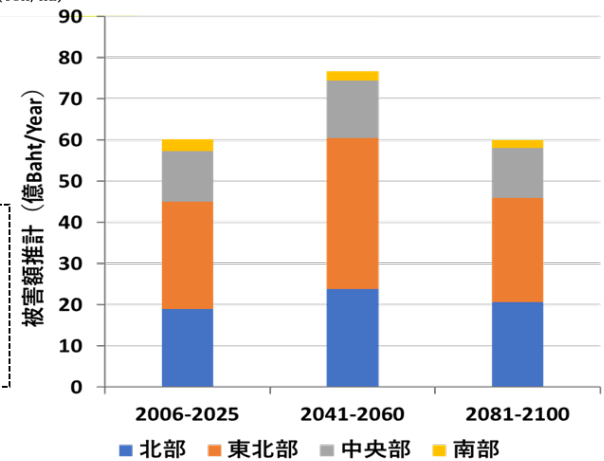
生長量・必要水量

- 茎・根バイオマス量
- 収穫量
- 土壌水分不足量
- 実蒸発散量
- 葉面積

収量安定化戦略



灌漑率が小さい東北部の被害額が大きい。将来、生産量の年々変動が大きくなり被害が増大。



Yoshida、2021

タイ国の東北部では将来気候条件下で塩類集積地域の拡大が懸念されている。



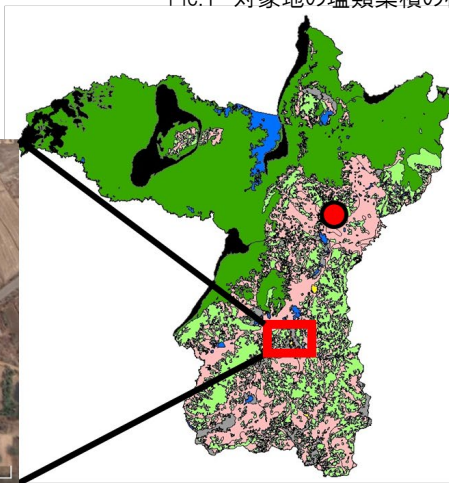
Pic.1 対象地の塩類集積の様子

調査地

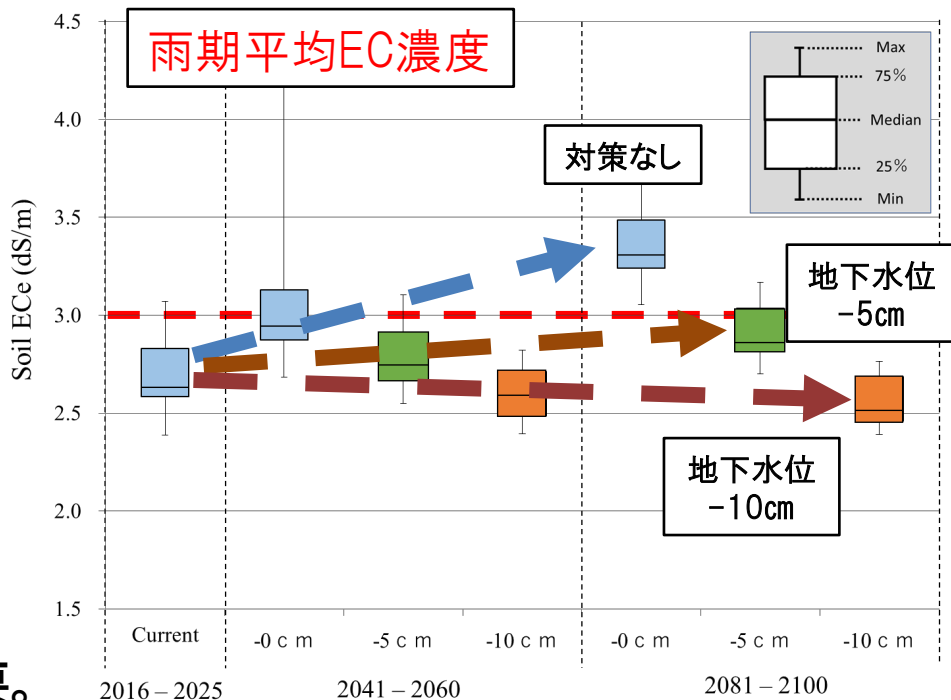
サンプリング地点



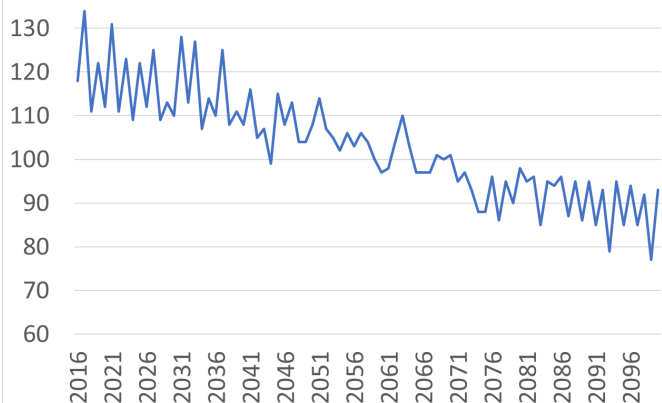
Fig.4 サンプリング地点



MIROC5 RCP8.5シナリオの気温を入力し、2100年までの土壤ECの変化をHydrus1Dを用いて予測



3dS/mを閾値としたコメの栽培可能日数



在来品種の栽培には約120日必要。将来は3dS/mを下回る日数は90日程度に減少

⇒栽培可能な作物の選択の幅が狭まる

適応策: 地下水位を10cm下げる

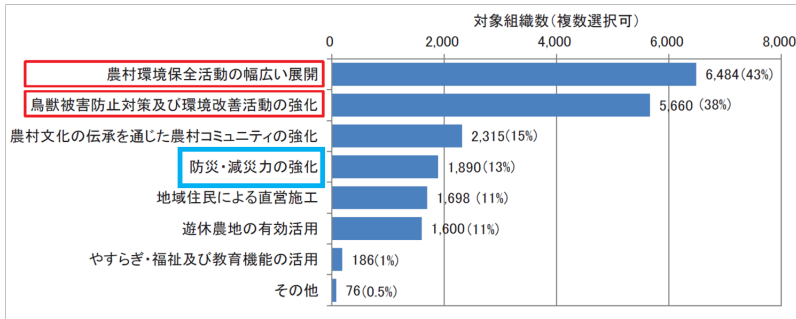
塩類集積を緩和することが可能(Ex.部分的植林)

流域治水の実現に向けた農家と下流住民の対話と水防災意識の協創

Yoshida, 2023

農地が有する雨水貯留機能を強化 ①田んぼダム、②遊水地化

効果は十分に高いものの
取り組み率は低い状況 → 全国で
6万ha



取り組みを強化したい

スマート田んぼダム (田んぼダムの手引き、2022年4月版より)

自動給水・排水栓を用いた遠隔操作により、降雨前の事前排水、降雨中の貯留・流出抑制、降雨後の排水を行うことで雨水貯留能力を向上させるとともに、地域一体となった一斉操作により、「田んぼダム」の安全かつ確実な実施を図る取組。

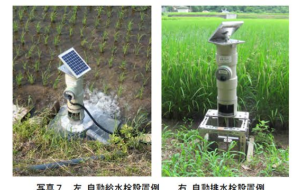
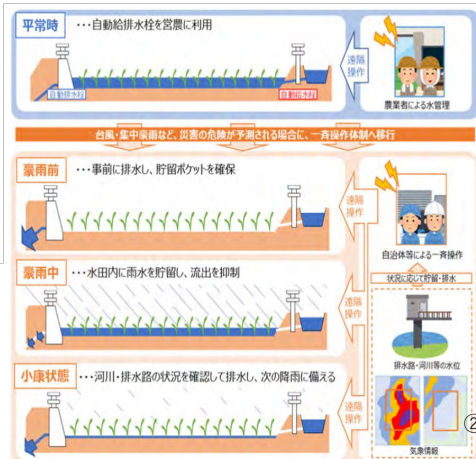


図40 「スマート田んぼダム」の実態イメージ



住民ワークショップを行い、農家と住民の対話により、お互いの理解を促す。農地を浸水させることの是非について、行政・農家・住民の役割をロールプレイにより演じてもらい互いの感じ方を共有。必要な支援の検討

2023.12.9 流域3つらとフォーラム
~さまざまな立場から見える流域治水を疑似体験する~

ロールプレイの流域治水施策(仮想対話)

A 居住者が少なく、田んぼが占める地域を遊水地化

B 居住者が一定数あり、田んぼが占める地域を床下浸水まで限定的に浸水を受け入れる

ねらい 流域治水を立体的に見切る

立場のちがいを課題として何だろう? (誰が? いつどこから? 役割は?)

今日疑似体験が見てみよう

これまでに今日 F-センターのちがいで、水と土の立場から何が見える? 流域の3つらとフォーラム作成

7回の話し合い

話し合いを、何を問題として起きるか、解決ではなく、気づきを深めよう

会場は痛むけど... どのくらいの頻度の許容? 引越していいか? どのくらいの浸水深の許容? 将来の富山市どうしたい??

グラフィックレコーディング

日本全国のアメダス観測所における気象ハザードを確率論的に評価すると共に、気象要因が特定の作物に対して及ぼすであろうリスクの時代別変化から、対象作物の生産適地について考察

確率論的リスク評価手法

農業分野における気象被害を対象にリスク評価する

○ハザード曲線: 過去の観測記録(例: 気温)と、年超過確率から、それぞれの気温に対応したリスクを示す

$$P(x) = 1 - e^{-\left(\frac{x}{T}\right)^n}$$

x : 日平均気温(°C)

T : 観測期間(20年)

n : x °C以上の日平均気温の発生回数

信岡・吉田、2021

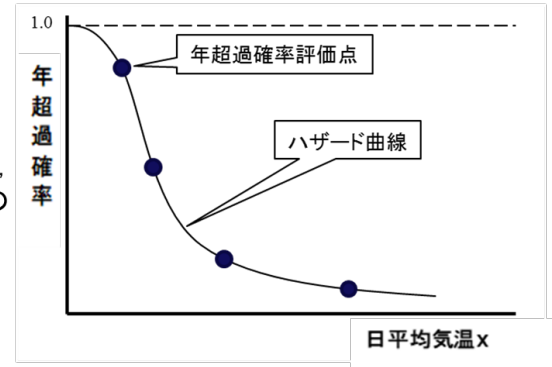


Fig.2 ハザード曲線の概略図

結果: 確率論によるコメの高温障害リスク評価

結果: 確率論によるリンゴの栽培適地評価

- 26°C年超過確率33.3%を閾値にしてマップ上で色分け(3年に1度以上で被害発生⇒**高リスク地域**)

- 年平均気温6°C, 14°Cに対する年超過確率を算出し、閾値を33.3%として栽培適地を評価

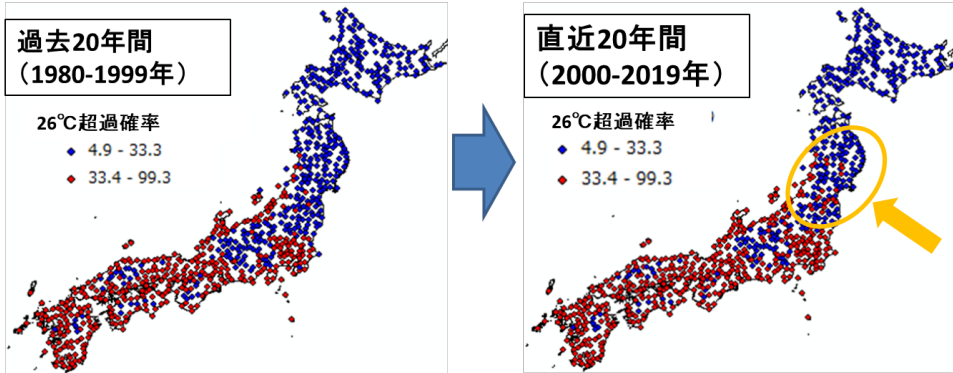


Fig.3 20日積算日平均気温の26°C年超過確率

- 西日本: 過去直近ともに高温障害リスク **高**
- 北海道: 過去直近ともに高温障害リスク **低**
- 福島県、宮城県: 直近で高温障害リスク **増**

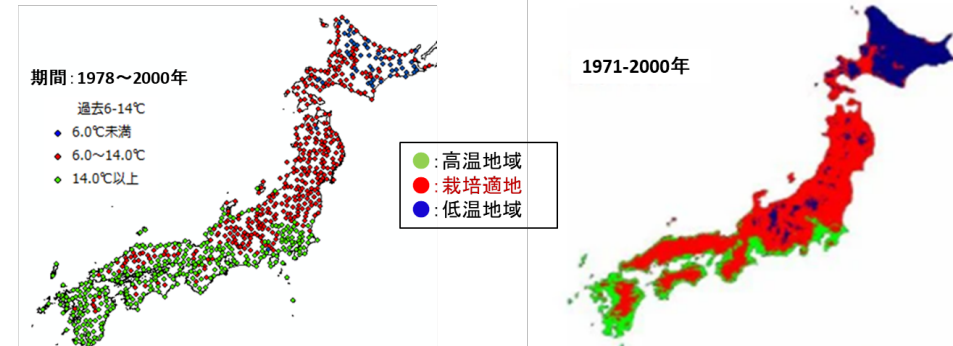


Fig.7 確率論による年平均気温栽培適地評価 (栽培適温を6~14°Cとした場合)

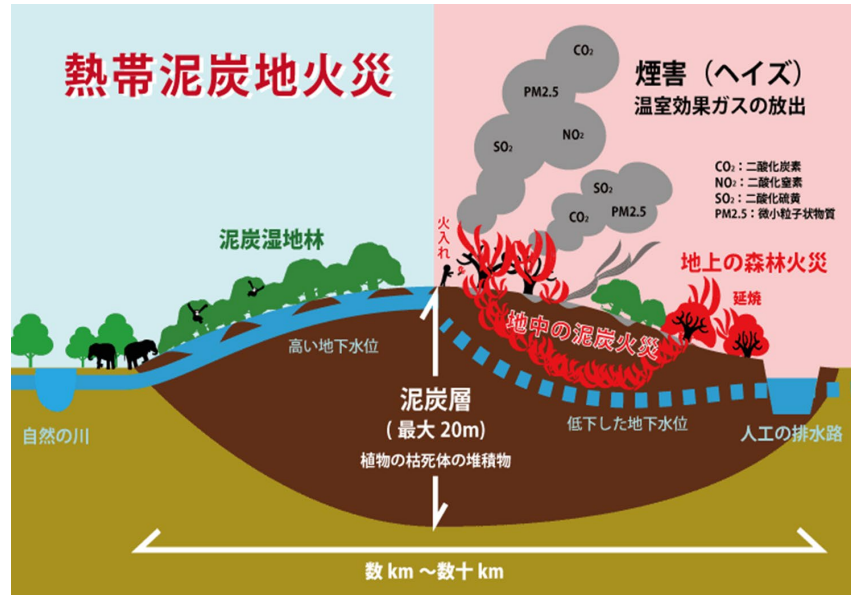
Fig.8 杉浦ら(2004)による栽培適地評価 (栽培適温を6~14°Cとした場合)

- 閾値を33.3%とした際に、栽培適地は先行研究の結果とおおむね一致
- ➡ 年平均気温が6°Cや14°Cであっても3年1回は適温から外れるリスクが内在
- ➡ 確率論的リスク評価手法は気温の年変動による被害リスクを表現でき、年平均気温での議論と比して、取り出せる情報量が多い

再湿地化に伴う泥炭からのCO2放出量と火災リスクの低減効果

Yoshida, 2017

熱帯泥炭地火災



各気象データ観測

調査地において、気象観測タワーを用いて風速、風向、日射量、降水量、湿度、気温、土壌水分、地温、ECを観測



図 気象観測タワー

チャンバーを土壌の上に被せ、CO2アナライザーでCO2放出速度を観測



写真 チャンバー内のCO2アナライザー

地下水位・排水路水位の長期観測

泥炭湿地内および排水路に塩ビパイプを挿入し、圧力式水位計で水深変化を観測



写真 地下水位・排水路の観測

出典: WWF (<https://www.wwf.or.jp/activities/basicinfo/3801.html>)

調査地



図1 リアウ州トゥビンティンギ島クパウバル村

泥炭湿地

2014年の大規模火災により 20,000haの泥炭湿地林やパームヤシ・サゴヤシ栽培地域が焼失した

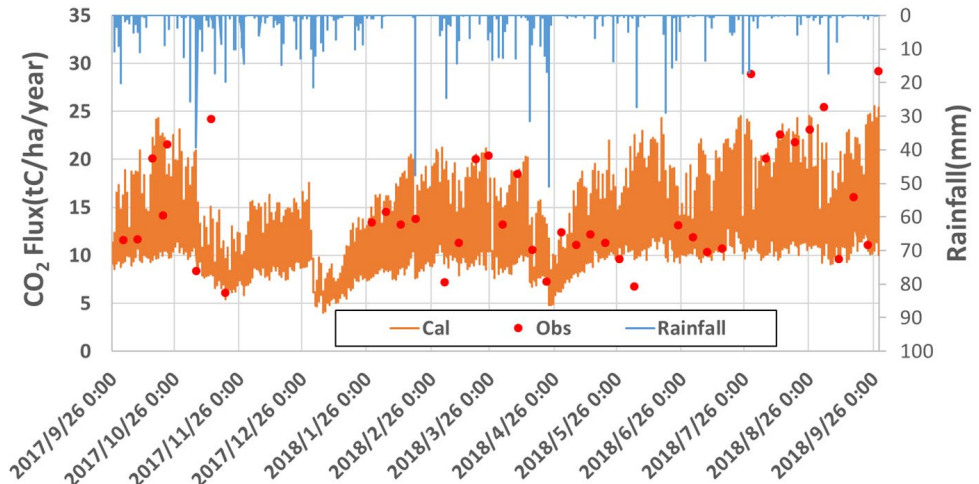


図9 長期観測の実測値と計算値の比較

表2 1年間のCO2放出量の削減率

堰上げ	25cm	50cm	75cm	1m
削減率(%)	3.2	8.0	12.8	17.2

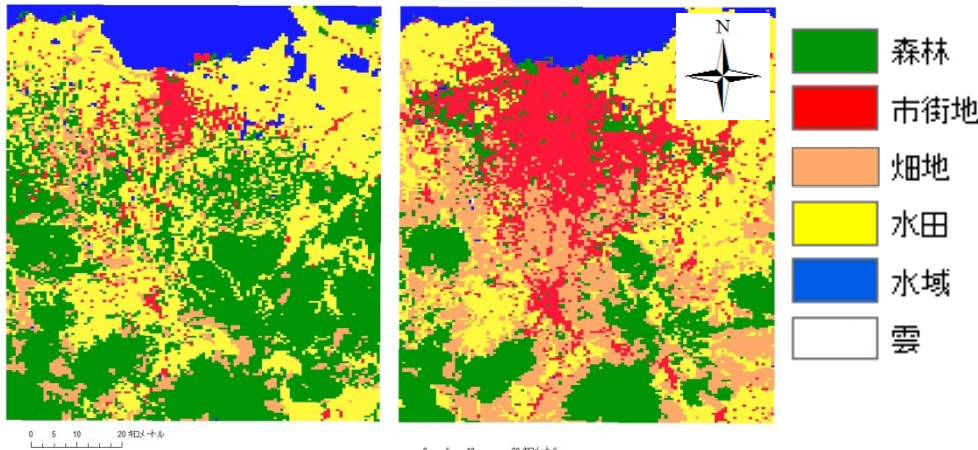
表3 1年間の不飽和層の削減率

堰上げ	25cm	50cm	75cm	1m
削減率(%)	15.3	28.3	37.9	46.4

ため池が有する生態系サービスの見える化と 認証制度による持続的維持管理

Yoshida, 2015

都市化による農業従事者が減少により、多くのため池は管理者不在により放棄されている。
(1930年1000か所⇒2000年300か所に減少)



1930年

2000年

Fig. ジャカルタの土地利用変化



ため池が有する水質浄化や洪水緩和などの生態系サービスが失われ水環境リスクが増大

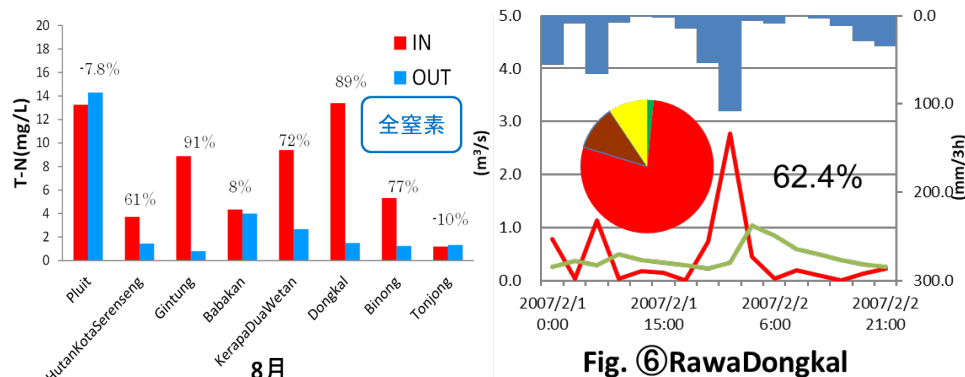


Fig. ⑥RawaDongkal

溜め池の管理を誰が行うべきか、また、その費用を支払うべき受益者がどのように変化したか。

溜め池管理の課題

- ・人手不足
- ・予算不足

何か仕掛けが必要



指標の適用例



Binong: 溜め池への関心が高く活発に活動している

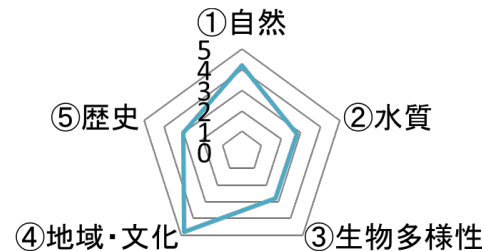
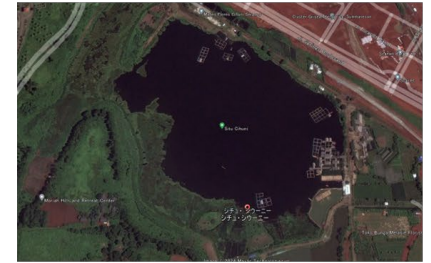


Fig.5 Binongレーダーチャート



Cihuni: 自然豊かで水質が良い

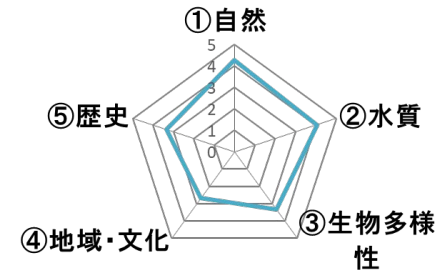
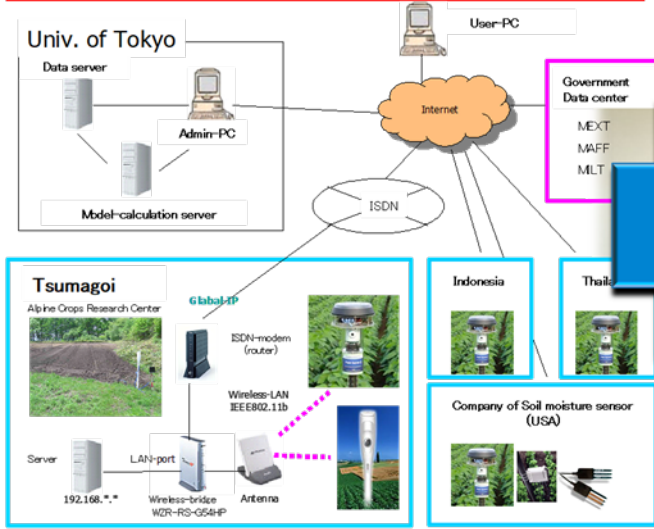


Fig.6 Cihuniレーダーチャート

ICT自動給排水栓を用いたリアルタイム水管理による 田んぼダム・洪水緩和効果の評価

(吉田ら、2014)

Quasi real-time field Monitoring system



自動給水栓



○水収支

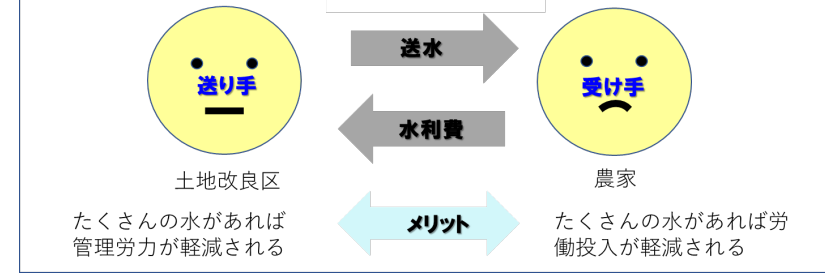
		Conventional		with Auto Irrigator	
		(mm)	(%)	(mm)	(%)
INPUT	rainfall	931	31	931	57
	irrigation	2045	69	710	43
	Total	2976	100	1641	100
OUTPUT	evapotrans	528	18	528	32
	surface drainage	1569	53	0	0
	percolation	879	30	1113	68
	Total	2976	100	1641	100

自動給水栓により、
57%の節水効果
67%の窒素
65%のリンの
負荷削減効果が
発揮された

○栄養塩収支

		Nitrogen				Phosphorus			
		Conventional		with Auto Irrigator		Conventional		with Auto Irrigator	
		(kg/ha)	(%)	(kg/ha)	(%)	(kg/ha)	(%)	(kg/ha)	(%)
INPUT	rainfall	7	4	7	4	0	0	0	0
	irrigation	39	20	15	9	8	12	3	5
	fertilizer	154	77	154	88	58	88	58	95
	Total	200	100	176	100	66	100	61	100
OUTPUT	surface runoff	26	13	0	0	4	6	0	0
	percolation	10	5	12	7	3	5	3	5
	harvest	101	51	101	57	19	29	19	31
	denitrification	63	32	63	36	40	61	39	64
	Total	200	100	176	100	66	100	61	100

農業水利サービス



ICTの活用により労力を追加的に投入
しなくても節水できる方法があれば

土地改良区

送水管理におけるポンプ
費用が減らせる

Win Win関係

水利費が安くなる

加えて、節水が実現すれば、環境負荷も減らせる

→ 環境保全による農業のイメージアップ

→ 水処理に関するコスト(税金)の節減

農業セクター全体

下流住民

研究のシーズ

ドローン+水・熱2層モデルによる作物の水ストレス・高温ストレス評価 (吉田ら:2014)



LAI=4.8

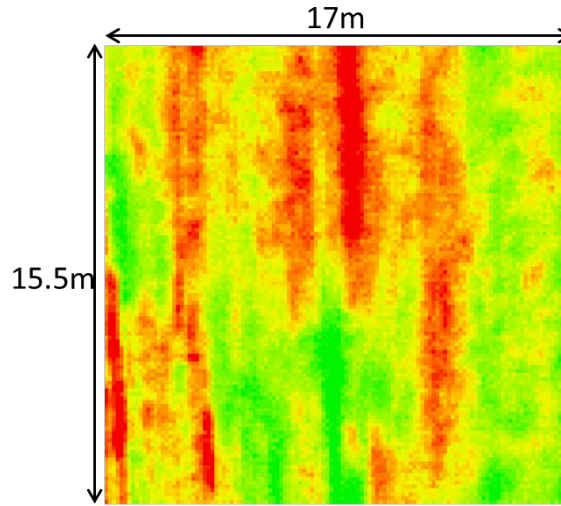


Fig. 表面温度分布

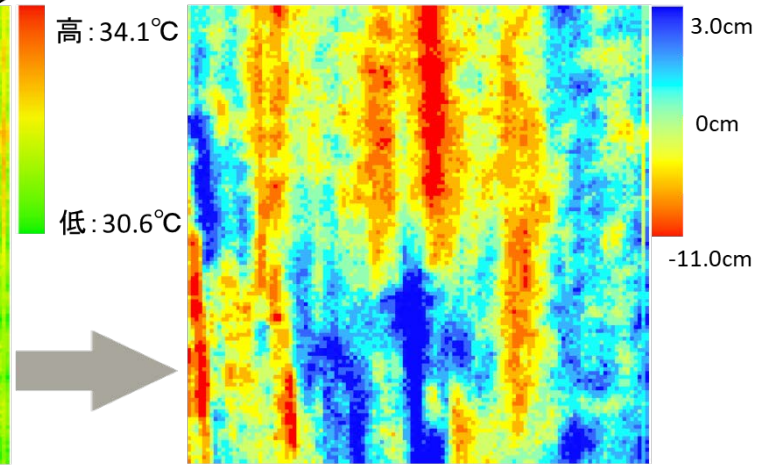


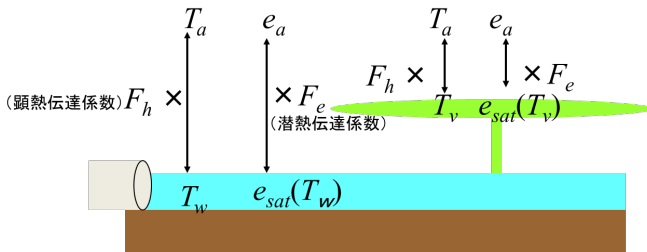
Fig. 湛水深と水ストレス分布

顕熱H、潜熱λE

(sensible heat and latent heat flux)

顕熱 $H = F_h \times (T - T_a)$
 潜熱 $\lambda E = F_e \times (e_{sat}(T) - e_a)$

F_h : 顕熱伝達係数
 F_e : 潜熱伝達係数
 T : 水面または葉面の温度
 T_a : 気温
 $e_{sat}(T)$: 温度Tにおける飽和水蒸気圧
 e_a : 大気中の水蒸気圧

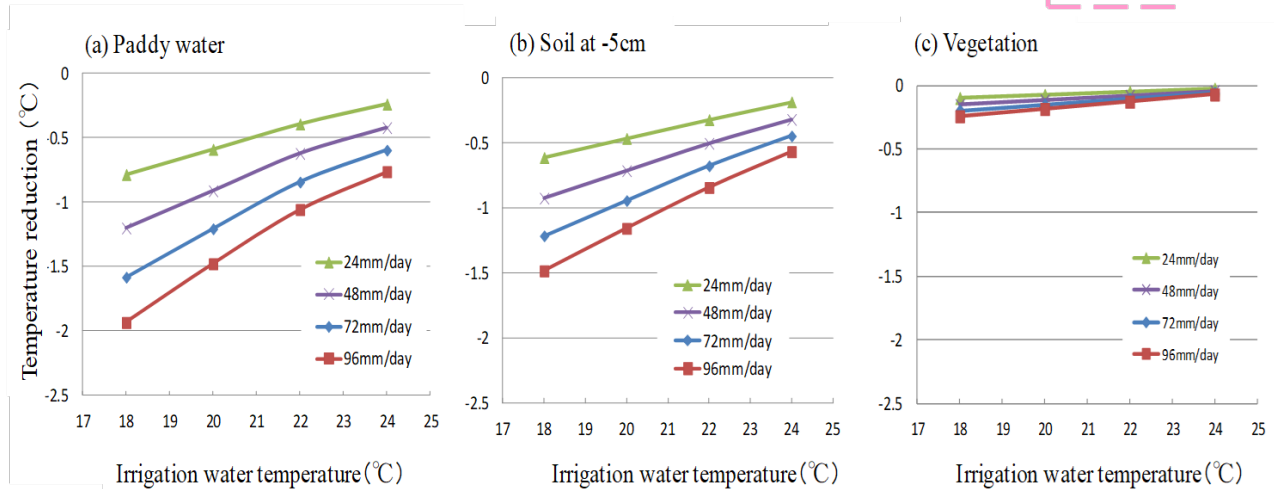


白未熟対策

水温

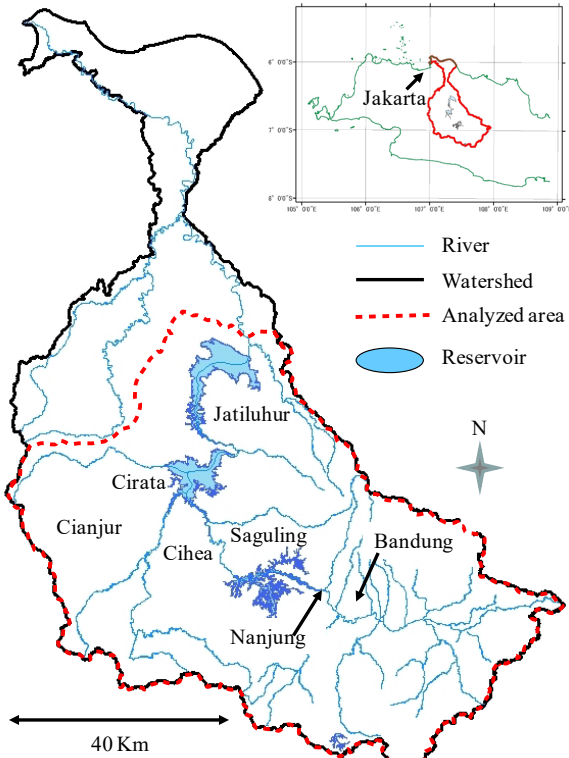
地温

葉温



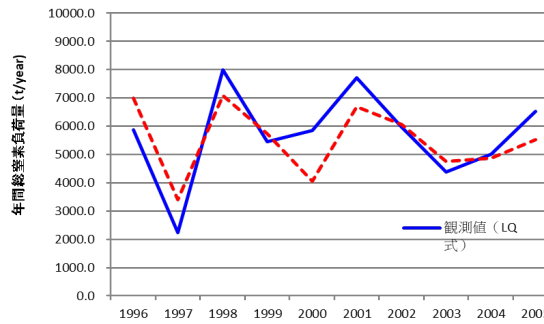
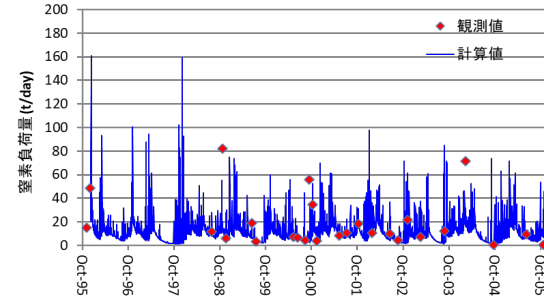
水・物質動態モデルを用いた肥培管理の最適化と環境影響評価

Yoshida, 2017

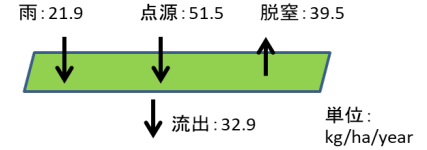


土地利用	割合(%)
農耕地(水田が主)	35
農耕地(畑, 混作等)	5
プランテーション	19
農耕地(茶畑)	0.9
森林(ブッシュ)	23
街, 居住地, 建物, 建造物等	12
裸地	0.4
水	2
雲およびその影	3

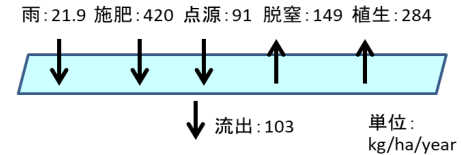
図1 インドネシア国チタルム川流域



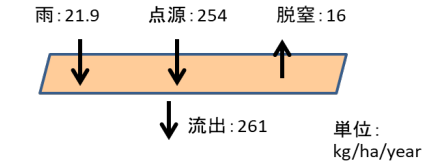
森林の窒素収支(1996-2005の平均)



水田の窒素収支(1996-2005の平均)

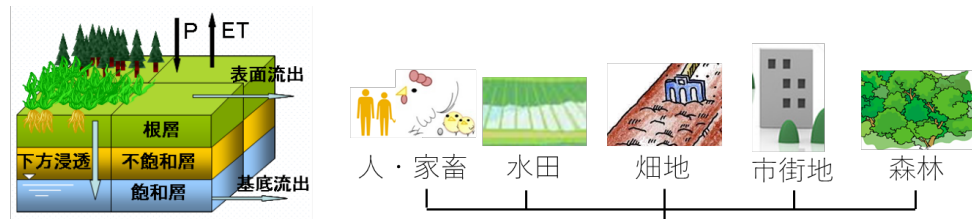


市街の窒素収支(1996-2005の平均)



施肥シナリオ (施肥量の最適化)

全窒素濃度

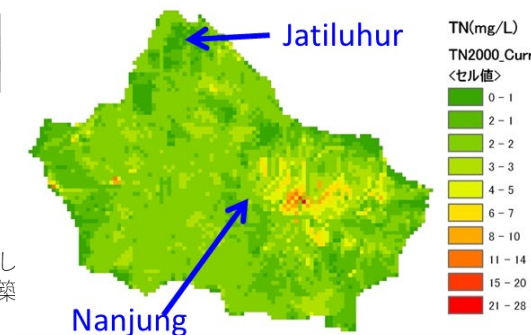


降雨流出解析(完全分布型TOPMODEL)

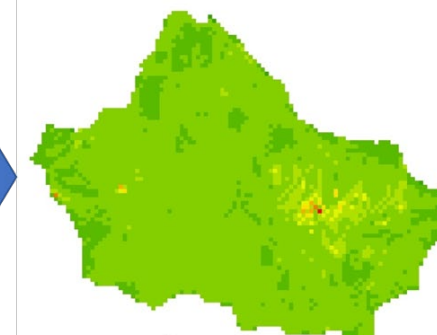
窒素負荷解析

面源の物質循環を考慮したモデル構築

水資源量・窒素濃度の時・空間分布



現状



施肥半減