

土壤物理研究部会

2018(平成30)年度第57回研究集会

要旨集

2018(平成30)年10月26日(金曜日)

北海道大学農学部4階大講堂

主催：農業農村工学会土壤物理研究部会

共催：土壤物理学会

第57回農業農村工学会土壌物理研究部会研究集会 の開催にあたって

昨年度から土壌物理研究部会長を仰せつかっております佐賀大学農学部の高橋 隆 先生です。昨年に引き続き、今年度も、北海道大学農学部におきまして、本研究集会が開催出来ましたことを有り難く思うとともに、関係者皆様の多大なるご協力に対し、深く感謝の意を申し上げる次第です。

今回のシンポジウムは、「気象変動と土壌環境」と題しています。これは、昨年から農業農村工学会が土壌肥料学会や森林学会と協力して、その立ち上げを企画している JST の「フューチャーグリーン」プロジェクトを念頭においたもので、農業農村工学会の中でも立案当初から大きな役割を担ってきた当研究部会が、今後ともさらに多くの情報を発信していくための一つの機会であると考えています。

今回は、講演者として、フューチャーグリーンプロジェクトの立案に際し、部会として携わっていただいたメンバーの一人である、弘前大学農学生命科学部の加藤千尋氏、農研機構農業環境変動研究センターにおいて、先端的なフィールド測定研究を行われている常田岳志氏、地元北海道で、土木工学の水文学や河川工学分野において、気候変動に伴う河川生態系のレジリエンスに関するプロジェクト研究を進められている、室蘭工業大学大学院工学研究科の中津川誠氏の3名の先生方にお引き受けいただきました。皆様方にとって、この機会を通して新しい知識に触れることができ、今後の研究活動における一助となれば幸いに存じます。

平成30年10月26日
農業農村工学会
土壌物理研究部会長
長 裕幸

平成 30 年度 農業農村工学会 土壌物理研究部会
第 57 回 研究集会

主催： 農業農村工学会

共催： 土壌物理学会

日 時：平成 30 年 10 月 26 日(金曜日), 13 : 00～17 : 00

場 所：北海道大学 農学部 4 階大講堂

https://www.hokudai.ac.jp/introduction/160812sapporao_can_map.pdf

参加費：1,500 円（要旨集代，ただし学生は無料）

第 57 回 研究集会

1. メインテーマ 「気候変動と土壌環境」

総合司会： 徳本 家康

13 : 00 受付

13 : 30 開会の挨拶 長 裕幸（土壌物理研究部会長）

13 : 40－14 : 30 「気候変動が農地土壌の物理環境に及ぼす影響の予測」
加藤 千尋（弘前大学農学生命科学部）

14 : 40－15 : 30 「大気 CO₂ 濃度の増加と温暖化が水田からのメタン排出に
およぼす影響」
常田 岳志（農研機構 農業環境変動研究センター
兼 高度解析センター）

15 : 40－16 : 30 「気候変動が積雪寒冷地の流域水循環に及ぼす影響について」
中津川 誠（室蘭工業大学大学院工学研究科）

16 : 30－16 : 50 質疑応答

17 : 00 閉会の挨拶

平成 30 年度 農業農村工学会 土壌物理研究部会
第 57 回 研究集会

気候変動と土壌環境

目次

話題 1	・・・・・・・・・・	1
「気候変動が農地土壌の物理環境に及ぼす影響の予測」		
加藤 千尋（弘前大学農学生命科学部）		
話題 2	・・・・・・・・・・	9
「大気 CO ₂ 濃度の増加と温暖化が水田からのメタン排出におよぼす影響」		
常田 岳志（農研機構 農業環境変動研究センター兼 高度解析センター）		
話題 3	・・・・・・・・・・	17
「気候変動が積雪寒冷地の流域水循環に及ぼす影響について」		
中津川 誠（室蘭工業大学大学院工学研究科）		
土壌物理研究部会の開催記録（1963 年～ 2018 年）		・・・・・・・・・・ 23
土壌物理研究部会の歴代部会長		・・・・・・・・・・ 25
2018(平成 30)年度 土壌物理研究部会事務局幹事		・・・・・・・・・・ 26
土壌物理研究部会運営要領		・・・・・・・・・・ 27

気候変動が農地土壌の物理環境に及ぼす影響の予測

2018/10/26 農業農村工学会 土壌物理研究部会

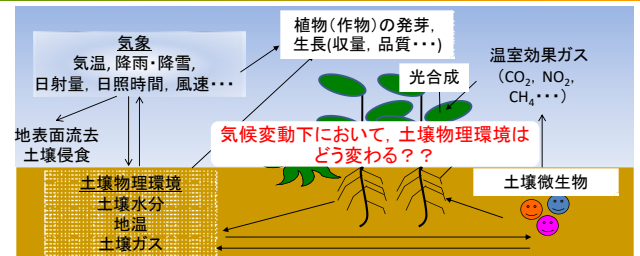


弘前大学 農学生命科学部

加藤 千尋

1

背景



- ✓ 気候変動が農業に及ぼす影響予測(収量予測, 病虫害予測など)
- ✓ 農地保全に関する影響予測(土壌侵食など)
- ✓ 適応策(灌漑計画, 排水設備の整備, 施肥計画, 栽培品種の検討など)
- ✓ 緩和策(温室効果ガス削減)

気候変動下の土壌水分・温度状態を予測

将来の気候予測値を境界条件とした
土中水熱移動シミュレーション

2

土中水移動予測
パラメータ検討
およびモデルの検証

任意の地点に
おける土壌の
パラメータ決定

将来の気候予測値の補正 ~時空間ダウンスケーリング~

将来の農地土壌水分予測

任意の地点における
将来の土壌水分予測

3

(1) 将来の気候予測値の補正 ~時空間ダウンスケーリング~

4

GCM

1950年代以降, コンピュータの性能の向上とともに気候を再現する大気循環モデル(General Circulation Model; GCM)の開発・発展

世界各国で様々な排出シナリオに応じた気候変動予測が行われている (IPCC,2013)

多分野において, 気候変動の影響予測にGCM予測値が用いられている

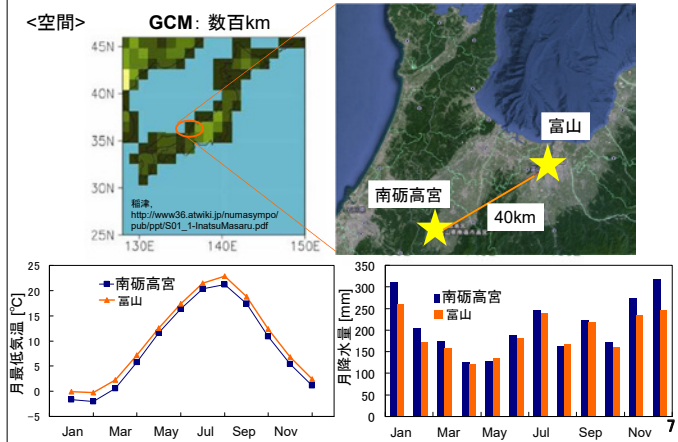
5

気候変動影響予測をする場合, GCM予測値と対象となる現象の時空間スケールを合わせることが望ましい (Prudhomme et al. 2002, Wilby, 2004など)

GCMの複雑性, 計算資源の制約のため, 一般的には, 空間分解能(計算グリッド): 100km~数百km単位
時間分解能: 詳細にするほど「不確実性」が増すため, 月単位の平均値(Prudhomme et al., 2002)

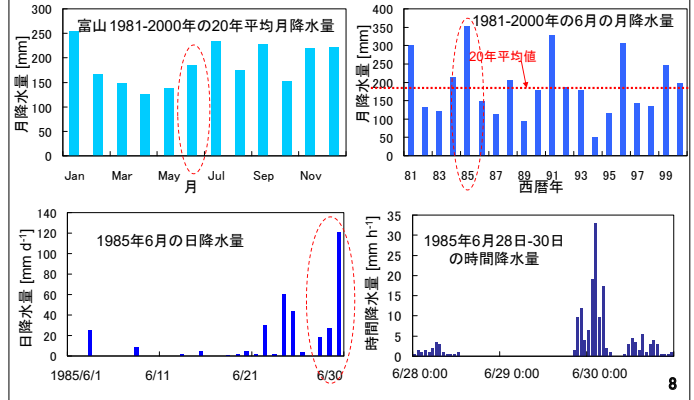
6

空間スケール



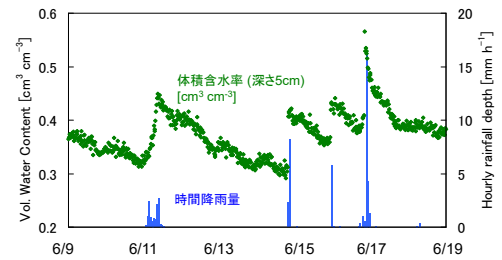
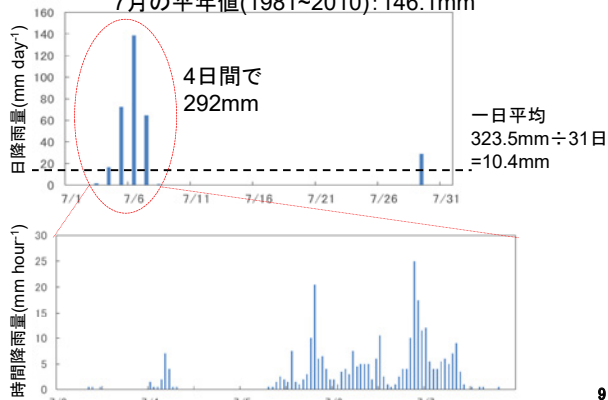
時間スケール

GCM予測値: 月単位が一般的。
「不確実性」のため、数十年平均値を利用する。



2018年7月 西日本豪雨時の岡山県倉敷市の降雨

2018年7月降水量 323.5mm
7月の平年値(1981~2010): 146.1mm



ポイントスケールの農地における地表面流出や排水など
農地土壌における水移動現象は、
降水が、いつ、どのくらいの強度で生じるか、が重要

GCM予測値の時空間ダウンスケーリングが必要

GCM空間ダウンスケーリング

力学的ダウンスケーリング

低分解能のGCM予測値を境界条件に、高分解能の地域気候モデル(RCM: Regional Climate Model)を数値的に解く。
出力結果が物理的な意味を持つ。計算が複雑。

統計的ダウンスケーリング

対象地の気象観測データと、GCM出力結果の相違から、局地スケールの気象要素を予測。過去のデータの蓄積があれば比較的容易に実施できる。

11

Weather generator

Weather generator を用いたGCMの統計的ダウンスケーリング
月単位のGCM予測値に対し、乱数発生によって日別値(推定値)を日ごとに割り当てる → 日データを生成

日データの再現に必要なパラメータを、対象地点の気象データ
20~30年分を基に決定 → 特定地域の気象の特徴を再現

LARS-WG (Semenov et al., 1998)

英Rothamstedで開発

ヨーロッパ、西アフリカ、カナダ、日本など多様な気候帯で検証済み

CLIGEN (Nick et al., 1995)

米国農務省(USDA)で開発

1降雨イベント中の強度分布を再現するモデルも含む
アメリカ全土、台湾(亜熱帯)への適用可能性の検討

12

目的

Weather generatorによって時空間ダウンスケーリングしたGCM予測値を用いて、気候変動下の農地土壌水分状態予測を試みる

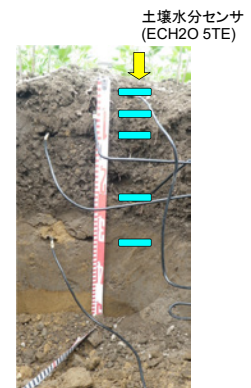
13

研究対象地 富山県農業研究所 (富山市)

土壌水分連続モニタリング
水田転換畑・砂質土壌
2011年6月～9月：ダイズ

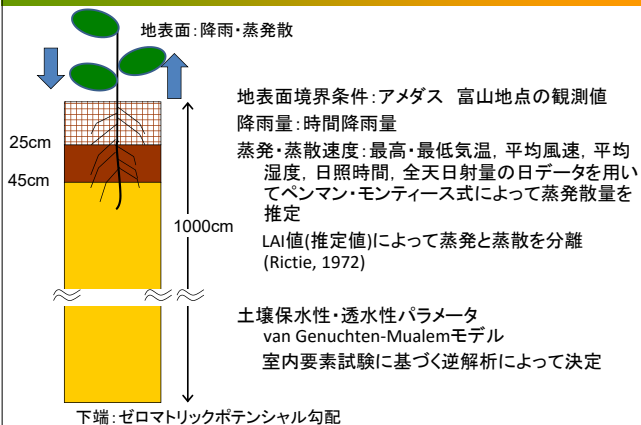
土壌中水移動予測モデル
HYDRUS-1D (Simunek et al., 2008)
$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left[K(h) \left(h \frac{\partial h}{\partial x} + 1 \right) \right] - S(h)$$

θ : 体積含水率, $K(h)$: 透水係数, t : 時間,
 h : 土中水圧, $S(h)$: 植物根の吸水速度



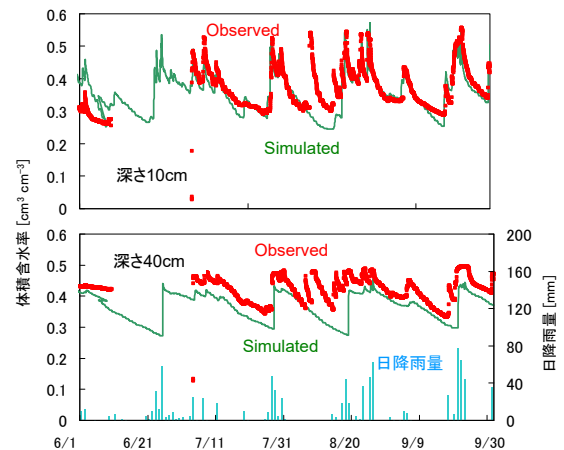
14

土壌中水移動シミュレーション



15

土中水移動予測モデルの検証



16

GCM予測値

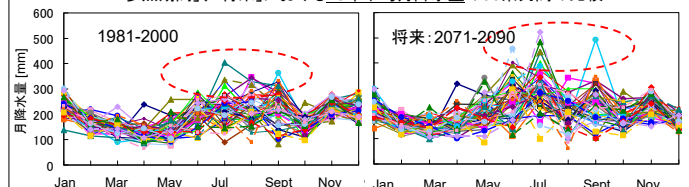
ELPIS-JPデータセット(Iizumi et al., 2012)
アメダス及び気象官署の地点・日ごとの気候変動シナリオセット
10GCM×3排出シナリオの日最高・最低気温、降水量、積算日射量、相対湿度、風速
110年分(1981～2090)の日データ×50系列
(気象の不確実性を反映した110年×50通りのシナリオ)

地点: アメダス 富山
GCM: MIROC ver.3.2 hires ; IPCC排出シナリオ: A1B
(日単位・100kmメッシュ)
20年間の日単位の観測値とMIROC予測値に基づき
LARS-WGを用いてダウンスケーリング

「参照期間」: 1981～2000年、「将来」: 2071～2090年

17

「参照期間」、「将来」における20年平均月降水量の50系列間の比較

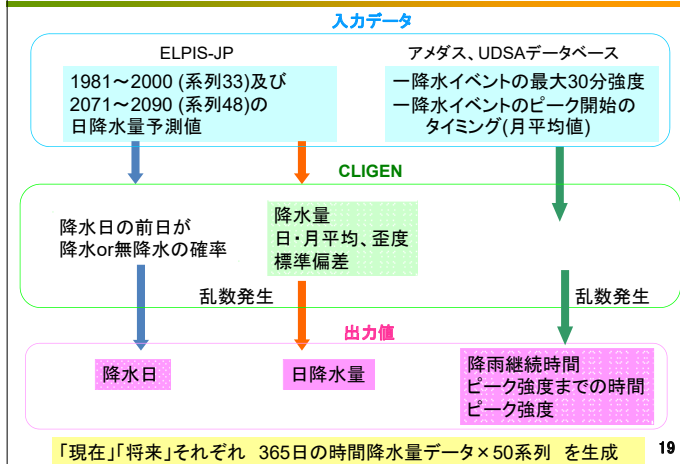


最大月降雨量 (単位mm)	6月	7月	8月	9月
現在	291 (系列33)	405 (系列7)	346 (系列2)	363 (系列4)
将来	456 (系列48)	523 (系列49)	341 (系列2)	492 (系列4)
将来/現在	1.57	1.29	0.99	1.36

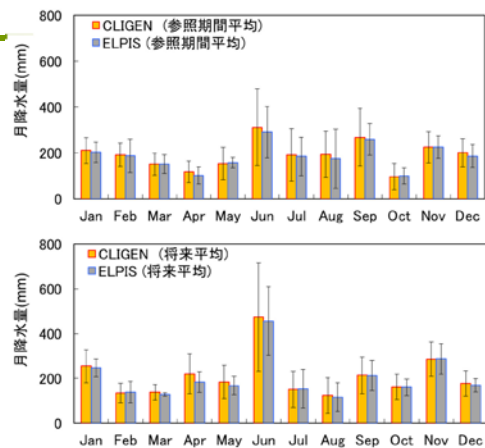
現在と将来において生じうる、最大月降雨量の条件下の土壌水分状態を予測

18

CLIGENを用いた降水量データの時間ダウンスケーリング

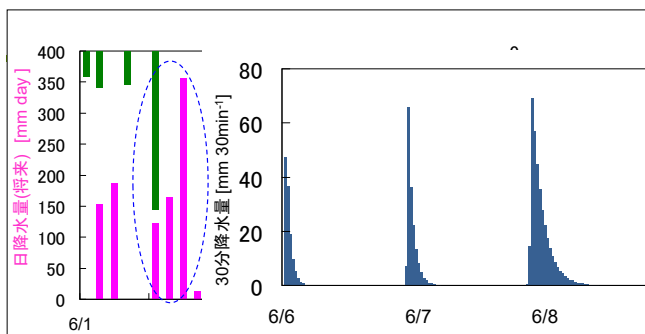


19



CLIGENで生成した50系列平均値と入力データ(ELPIS-JP)20年分の平均値の比較

20



イベント中の降水強度分布

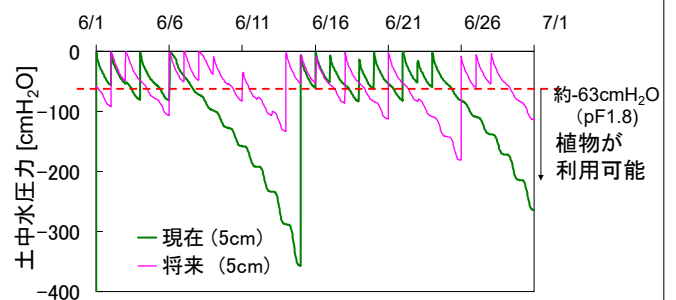
$$i(t) = \begin{cases} i_p \exp(b(t-t_p)) & (0 < t < t_p) \\ i_p \exp(-d(t-t_p)) & (t_p < t < 1) \end{cases}$$

$i(t)$: 降り始めからの時間 t における降雨強度 (正規化した強度)
 i_p : ピーク強度/平均強度比
 t_p : ピーク強度に達するタイミング(0~1)
 t : 降り始めからの時間(0~1)
 b, d : イベントごとに決まる定数

21

将来の土壌水分状態予測

計算期間: 5月1日~
 降雨量以外の気象データ: 現在・将来ともELPISデータセットの平均値
 土壌のパラメータ: モデル検証時と同じ



22

(2)土壌図および土壌物理性データベースを用いた任意の地点における農地土壌水分状態予測

23

背景

気候変動下の農地土壌水分状態予測の検討対象地を任意の地点に広げるには？

適切な気候予測値と土の水分移動特性関数(パラメータ)があれば、モデルを用いた予測が可能と考えられる。

気候予測値

世界中で多くのGCMが稼働。ダウンスケーリング手法も検討され、容易に入手可能になるか。

土の水分移動特性関数

実測するには時間や労力がかかるため、十分に整備されてこなかった。

24

データベース

- デジタル土壌図(農業環境変動研究センター)
土壌情報閲覧システム
(現在は日本土壌インベントリーにて利用可)
縮尺5万分の1相当、全国をカバー。
農林水産省が1965年から1978年にかけて行ってきた調査結果に基づく。
- 日本の農地土壌の物理的性質データベース(SolphyJ)
(農業環境変動研究センター)
農林水産省が5年ごとに約2万箇所を実施してきた土壌環境基礎調査事業の定点調査データを基に、土壌統群・層位・地目別に集計。
土層厚さ、乾燥密度、保水性データ、砂シルト粘土比など17項目の基礎的な土壌物理性や、基礎統計情報が掲載。

25

目的

デジタル土壌図と土壌物理性データベースを利用し、日本国内の任意の地点における土のパラメータ推定手法を検討する。

26

研究対象地

富山市吉岡・・・高透水性 (Sandy Loam)
福井市下中・・・低透水性 (Clay Loam)

水田転換畑
イネーオオムギーダイズ

土壌水分モニタリング(深さ50cmまで5深度)
土壌サンプリング 基礎物性測定

27

研究対象地



研究対象地



土壌物理性実測値とSolphyJの比較

Layer		ρ_s (g cm ⁻³)	ρ_d (g cm ⁻³)	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	Soil texture	K_s (10 ¹ cm d ⁻¹)
吉岡	1st (Measured)	2.60	0.85	73.6	16.7	9.7	Sandy Loam	4140
	1st (SolphyJ)	2.58	1.02	62.6	26.8	10.7	Sandy Loam	0.232
	2nd (Measured)	2.61	1.32	85.4	9.3	5.3	Sandy Loam	2.62
	2nd (SolphyJ)	2.66	1.21	63.0	28.8	8.2	Sandy Loam	0.261
	3rd (Measured)	2.67	1.28	97.4	1.5	1.1	Sand	-
	3rd (SolphyJ)	2.65	1.39	93.1	4.1	2.1	Sand	0.0432
下中町	1st (Measured)	2.62	0.99	40.8	35.5	23.7	Clay Loam	5350
	1st (SolphyJ)	2.58	0.89	39.3	28.7	32	Clay Loam	0.453
	2nd (Measured)	2.7	1.26	-	-	-	-	17.0
	2nd (SolphyJ)	2.59	1.06	36.9	29.3	33.8	Clay Loam	0.101
	3rd (Measured)	2.71	1.29	36.9	36.1	27	Clay Loam	7.79
	3rd (SolphyJ)	2.47	0.93	30.2	33.7	36.1	Clay Loam	0.0556

30

土の水移動特性関数

水分移動特性関数

van Gunuchten-Mualem モデル

$$S_e = \frac{\theta - \theta_r}{\theta_s - \theta_r} = \left(1 + |\alpha h|^n\right)^{-m}$$

$$K(h) = K_s S_e^l \left[1 - (1 - S_e^{1/m})^2\right]^2$$

S_e : Effective saturation
 θ_r & θ_s [$L^3 L^{-3}$]:
 Residual & Saturated water
 content
 α [L^{-1}], n [-], m ($=1-1/n$):
 Empirical shape parameters
 K_s [$L T^{-1}$]: Saturated hydraulic
 conductivity
 l : Pore connectivity parameter



パラメータ決定のためのツール

1. ニューラルネットワーク “Rosetta”
2. RETC

31

ニューラルネットワーク

“Rosetta” (Schaap et al., 2001)

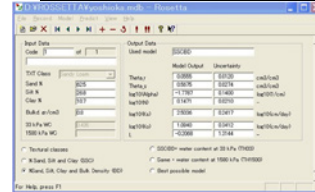
USDAによって公開、利用可能

ここでは、砂:シルト:粘土比と乾燥密度 (ρ_d)を用いて推定

Table: Data of soil physical properties of 1st layers (from “Solphy J”)

	ρ_d	Sand(%)	Silt(%)	Clay(%)	Soil texture	K_s ($cm s^{-1}$)
吉岡	1.02 (14.9)	62.5 (37.5)	26.8 (72.7)	10.7 (50.8)	Sandy Loam	2.69×10^{-5} (102.8)
松野	1.11 (15.8)	60.4 (28.2)	18.9 (46.4)	20.7 (55.7)	Sandy Clay Loam	1.17×10^{-4} (210.2)
合田	1.11 (18.1)	39.9 (51.9)	31.1 (35.8)	29.0 (39.1)	Clay Loam	6.87×10^{-6} (203.4)

Values in brackets mean coefficient of variation (CV; %)



土性に基づいた
パラメータ推定

32

RETC Program

2. RETC (Yates et al., 1992)

保水性や透水性データをフィッティングすることによって、VGモデルなどのパラメータを用いる。

ここではSolphyJのサクシジョン32, 500, 16000, 320000 cmH_2O のときの体積含水率を使用。 θ_{320000} (Air dried)= θ_r (Residual)と仮定し θ_s , α , n をフィッティング。

K_s はRosettaで推定し、 $l=0.5$ とする (推奨値)

Table: Vol. water contents at each suction of 1st layer soil

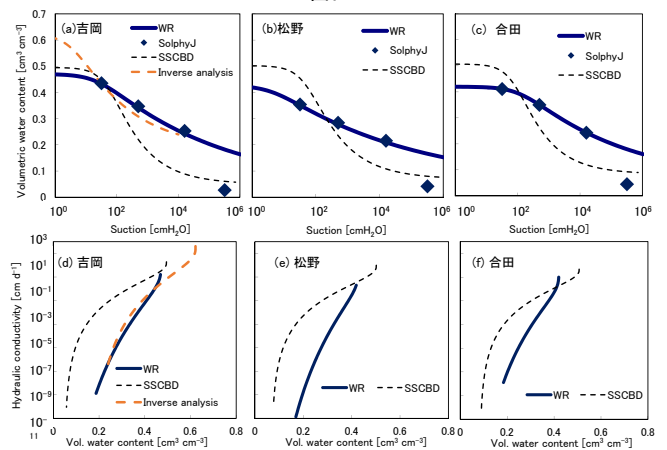
	θ_{32}	θ_{500}	θ_{16000}	θ_{320000}
吉岡	0.435 (21.5)	0.347 (23.6)	0.253 (9.8)	0.027 (31.6)
松野	0.354 (20.8)	0.284 (27.3)	0.216 (26.8)	0.042 (42.2)
合田	0.411 (15.3)	0.35 (20.1)	0.243 (21.7)	0.045 (33.4)

土壌構造を反映した
パラメータ推定

Values in brackets mean coefficient of variation (CV; %)

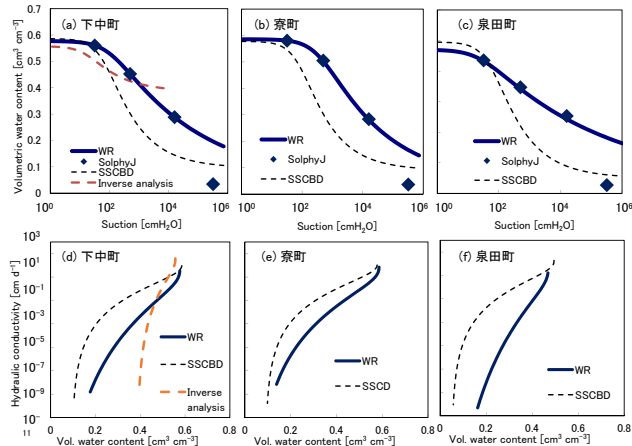
33

富山



決定した水分移動特性関数の比較(a)~(c) 保水性 (d)~(f)透水係数

福井



決定した水分移動特性関数の比較(a)~(c) 保水性 (d)~(f)透水係数

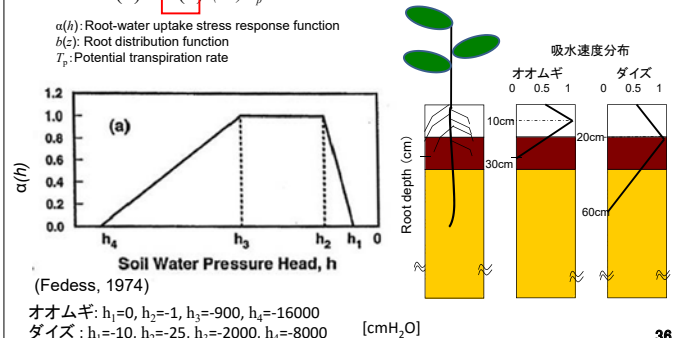
土中水移動支配方程式 (HYDRUS-1D, Simunek et al., 2008)

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left[K(h) \left(\frac{\partial h}{\partial z} + 1 \right) \right] - S(h)$$

$$S(h) = \alpha(h) b_p(z) T_p$$

$\alpha(h)$: Root-water uptake stress response function
 $b_p(z)$: Root distribution function
 T_p : Potential transpiration rate

θ : Vol. water content,
 $K(h)$:Hydraulic conductivity, t : time,
 h : Soil water pressure head,
 $S(h)$: Plant root water uptake



オオムギ: $h_1=0, h_2=-1, h_3=-900, h_4=-16000$
 ダイズ: $h_1=-10, h_2=-25, h_3=-2000, h_4=-8000$ [cmH_2O]

36

初期境界条件

初期条件	~100cmH ₂ O
境界条件	地表面: ・時間降水量 (AMeDAS富山・福井) ・可能蒸発散量 下端: ・自由排水(富山) ・浸出面境界条件(福井)
計算期間と作物	2011年および2012年 4/1~6/30: オオムギ 7/1~10/31: ダイズ



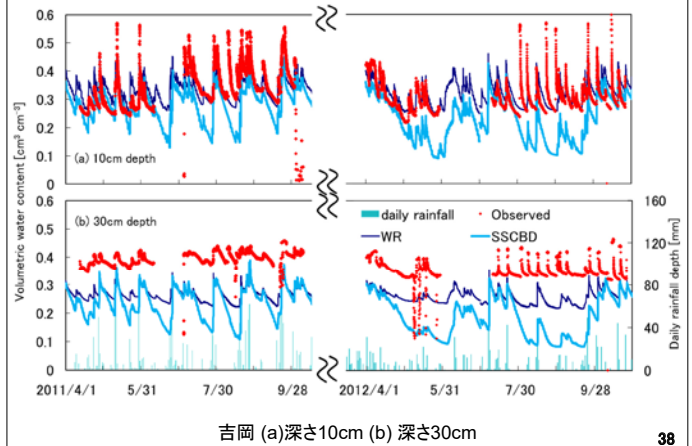
オオムギ (Apr., 2011)



ダイズ (Jul., 2011)

37

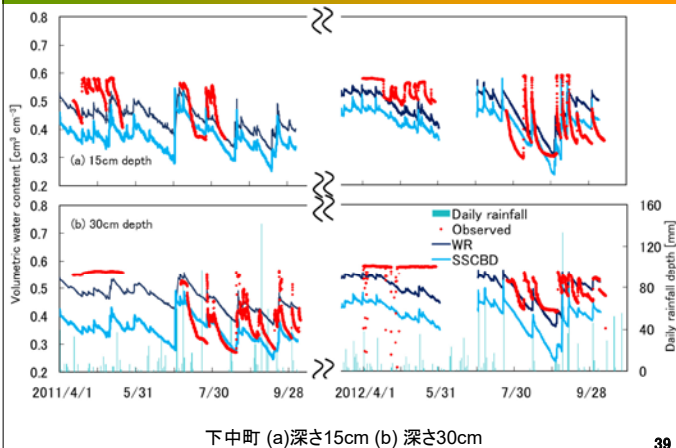
土壌水分観測値と計算値の比較



吉岡 (a)深さ10cm (b) 深さ30cm

38

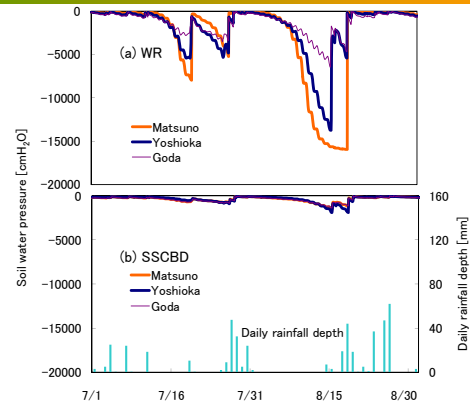
土壌水分観測値と計算値の比較



下中町 (a)深さ15cm (b) 深さ30cm

39

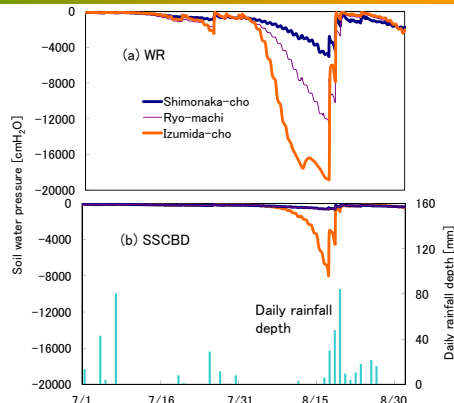
農地土壌水分状態予測



(a)WR (b)SSCBDデータセットを用いて決定したパラメータを適用した場合の土中水圧力計算結果 (富山)

40

農地土壌水分状態予測



(a)WR (b)SSCBDデータセットを用いて決定したパラメータを適用した場合の土中水圧力計算結果 (福井)

41

プロフィール

名前：加藤 千尋

所属：弘前大学農学生命科学部

専門：土壌物理学

研究内容：農地土壌中の水・熱・物質移動



2018/10/26
第57回土壌物理研究部会研究集会



大気CO₂濃度の増加と温暖化が水田からのメタン排出におよぼす影響

常田 岳志
農研機構 農業環境変動研究センター
兼 高度解析センター

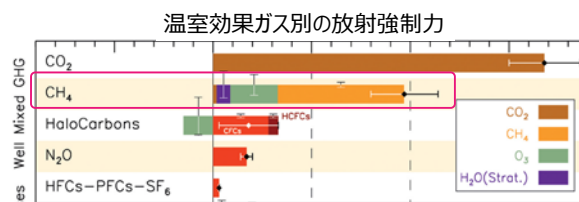
「農研機構」は国立研究開発法人 農林・食品産業技術総合研究機構のコミュニケーションネームです。

温室効果ガスとしての「メタン」

メタンの地球温暖化係数 (vs 単位重量当たり、CO₂ を1とする)

21 → 23 → 25 → 34
1995 2001 2007 2013
IPCC 2次報告書 3次 4次 5次

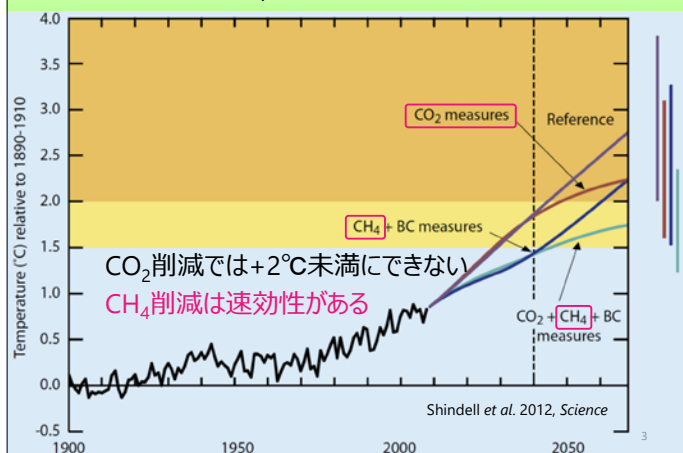
100年間の効果の積算値



IPCC 5次報告書 (2013)

2

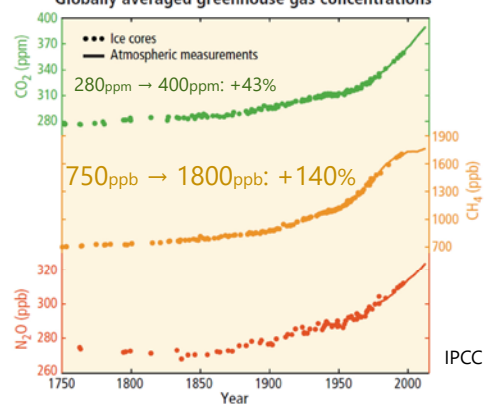
CH₄削減 → 即効性



3

大気中の温室効果ガス濃度の推移

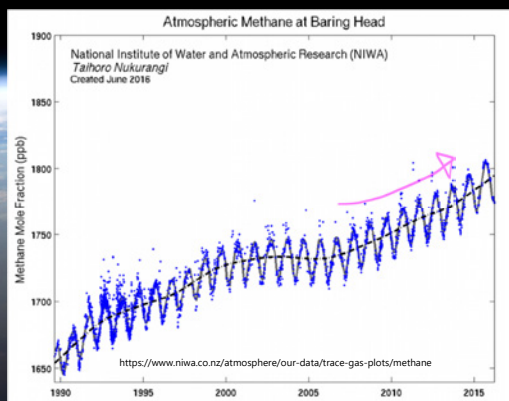
Globally averaged greenhouse gas concentrations



IPCC 5次報告書

4

再び増え始めたメタン



<https://www.niwa.co.nz/atmosphere/our-data/trace-gas-plots/methane>

5

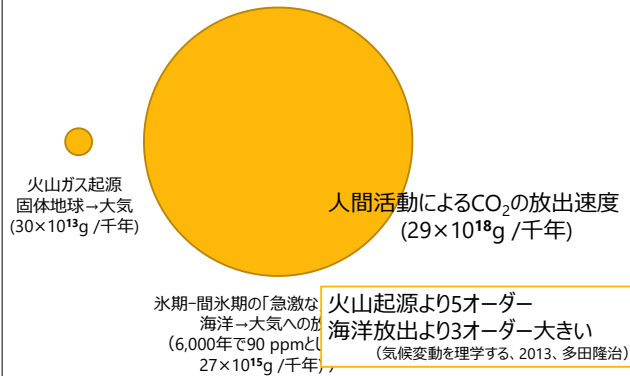
本日の話題

1. 大気CO₂の増加
2. 温度（地温）の上昇

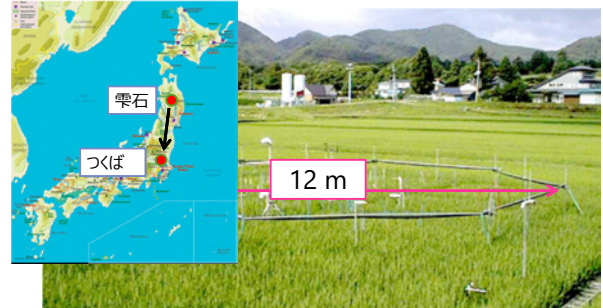
が水田からのメタン排出に与える影響

6

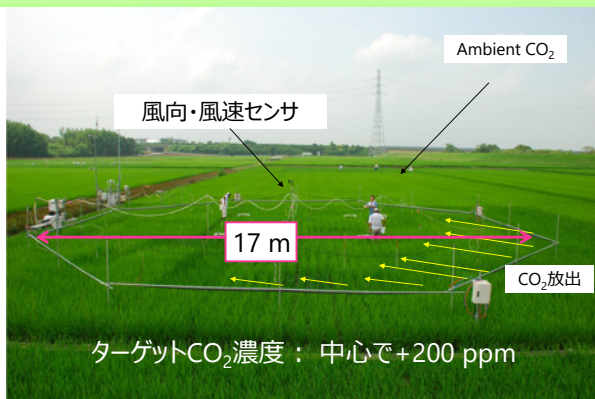
なぜ高CO₂か？



FACE, Free-Air CO₂ Enrichment 雫石FACE (1998–2000, 2003–2004, 2007–2008)



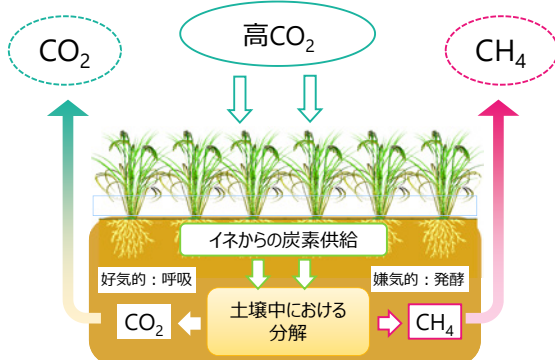
つくばみらい FACE (2010–2017)



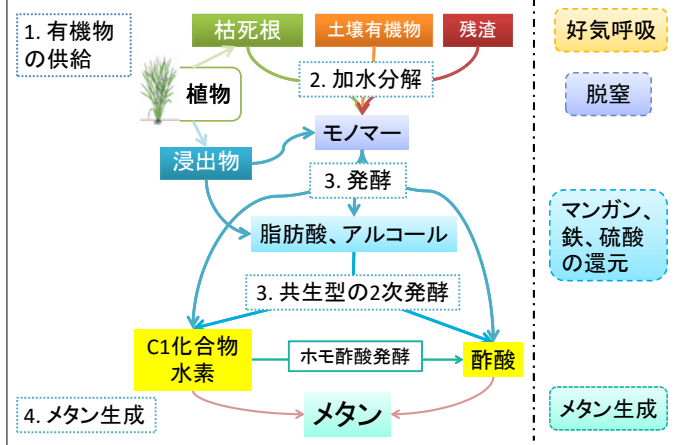
空から見たつくばみらいFACE



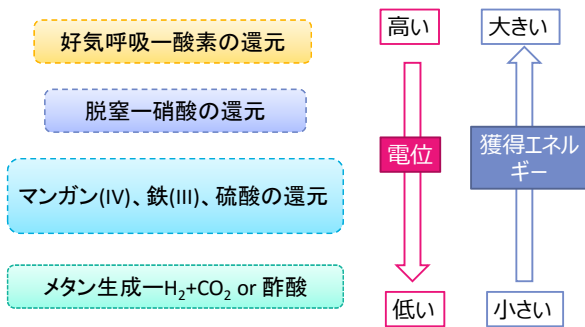
高CO₂によって更にメタンが増える？



嫌気条件における有機物分解過程の全体像

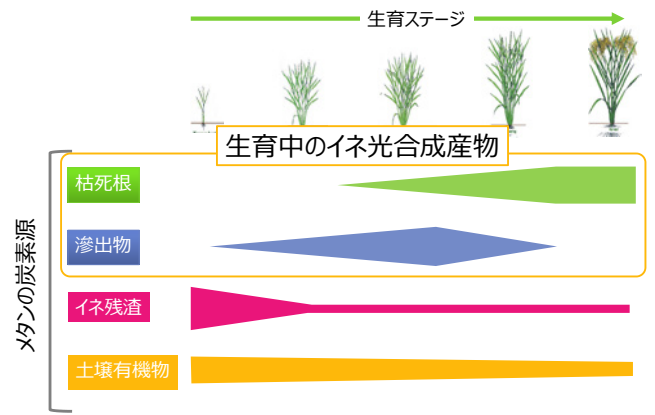


最終電子受容体別に見た呼吸経路

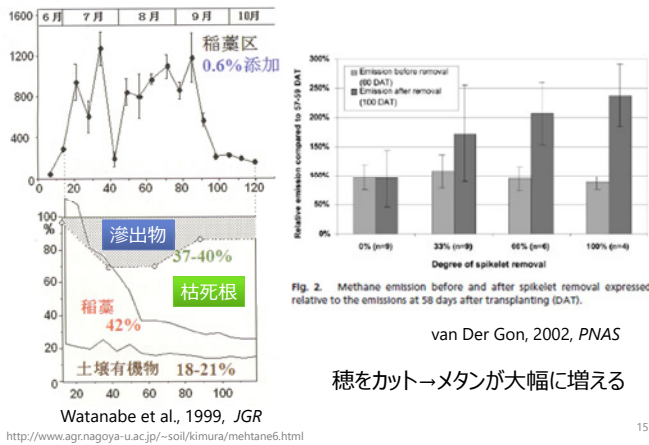


「逐次還元」の提唱 by 高井康雄（東大農芸化学）
「水田土壌の還元と微生物代謝 1~5」1961年

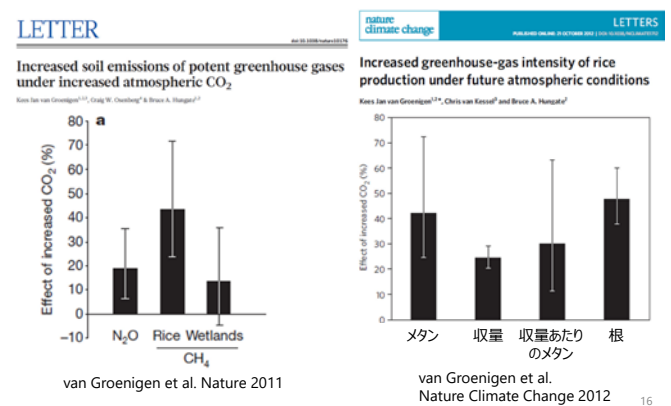
メタンの炭素源



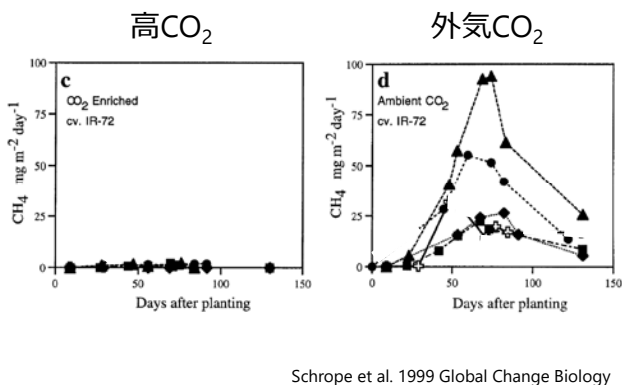
イネ光合成産物の重要性



高CO₂の影響：既存研究のレビュー（メタ解析）



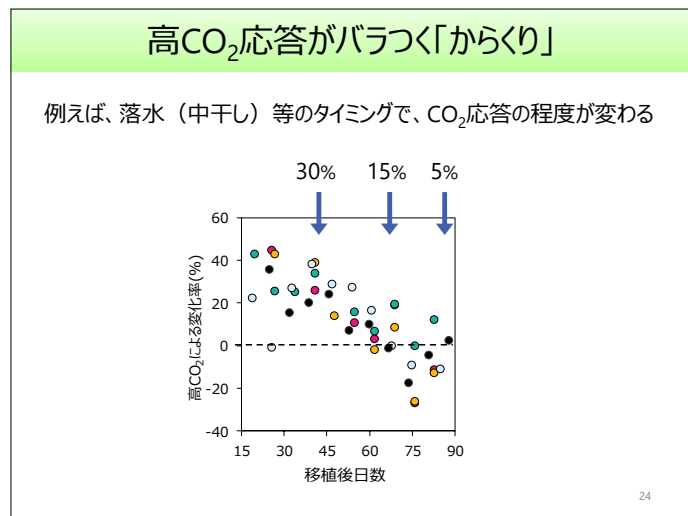
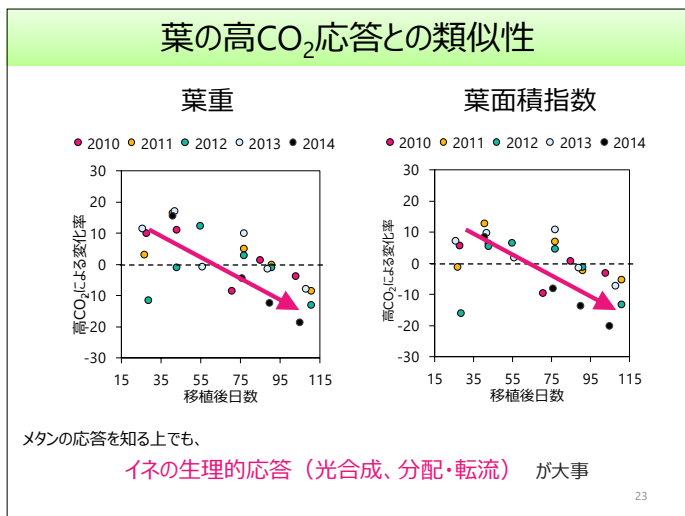
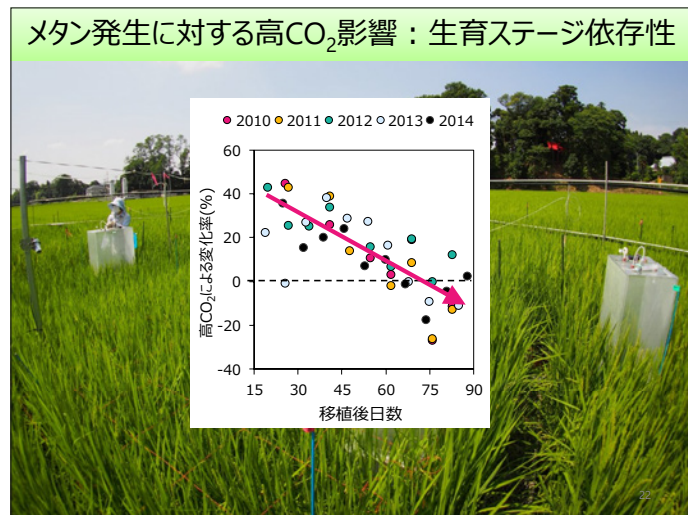
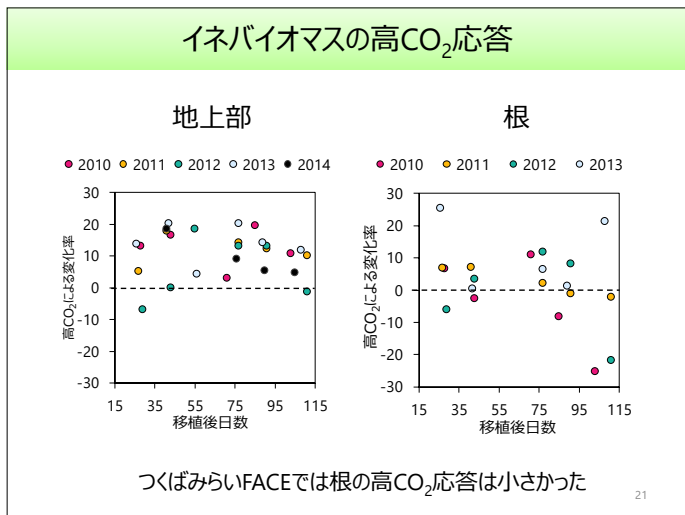
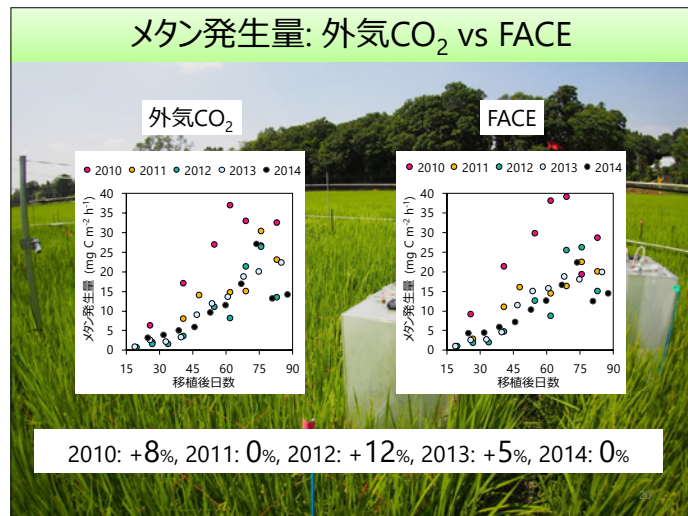
高CO₂処理で減る例も・・・



過去の水田FACEにおけるメタン研究

雫石（4反復）	1999 +38%, $p < 0.05$ 2000 +51%, $p < 0.05$
雫石（3反復）	2007 -7%, ns 2008 +15%, ns
Wuxi（中国）	2001 -19% to +4%, ns 2002-2003 +88% (-6% to +188%)
Jiangdu（中国）	2004-2007 +15% (from -16% to +61%), ns

Inubushi et al. 2003 GCB; Zheng et al. 2006 GCB; Tokida et al. 2010 Biogeosciences; Xie et al. 2012 NCA



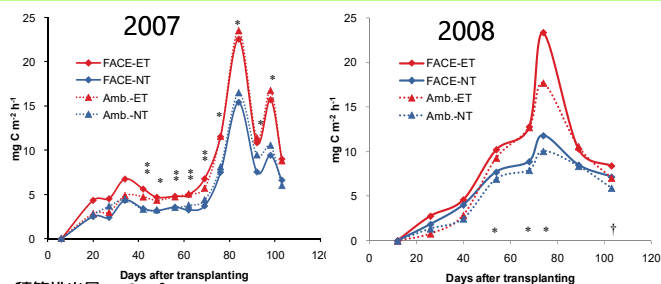
水・地温上昇が水田からのメタン排出に与える影響

FACE x 加温実験（雫石）

- CO₂処理 + 水・地温上昇処理（+2℃）
- あきたこまち
- 水処理：常時湛水



メタン排出量



	Amb	FACE
対照区	11.3	12.3
加温区	15.6	18.8
加温/対照	+38%	+53%

	Amb	FACE
対照区	11.3	15.3
加温区	16.0	22.0
加温/対照	+42%	+44%

土壌有機物分解の温度依存性

2007

	Amb	FACE
対照区	78.3	66.2
加温区	88.4	77.9
加温/対照	+12.9%	+17.6%

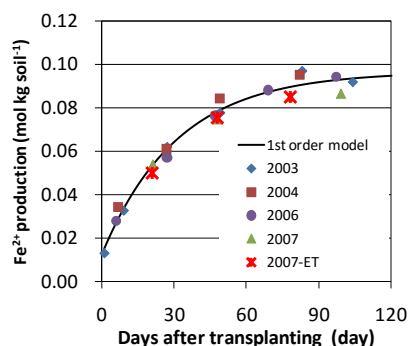
2008

	Amb	FACE
対照区	71.9	78.1
加温区	84.2	93.1
加温/対照	+17.1%	+19.3%

ここでは窒素無機化量を測定 (mg N / kg soil)

$$Q_{10} = 2-2.5$$

鉄還元の「非」温度依存性



加温区でも鉄還元速度は変わらない

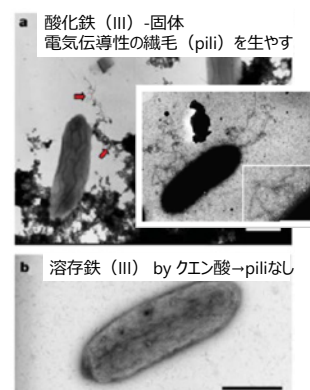
29

鉄（Fe(III)）還元の特異性

- 電子受容体が「固相」
 - ✓ 通常の反応はすべて溶液中
 - ✓ 体内に取り込めないで体外へアクセスする必要性
- 菌体とFe(III)との接触が大事

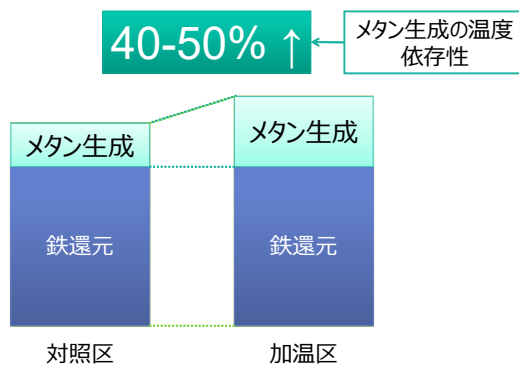
土壌固相の「表面積」と還元が生じるサイトの「密度」が鉄還元速度因子

Roden and Zachara (1996) EST



Reguera, et al. (2005) Extracellular electron transfer via microbial nanowires, Nature, **435**, 1098-1101.

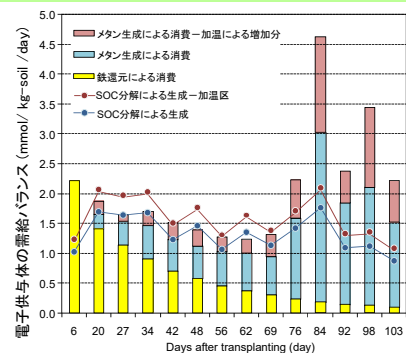
メタン生成の温度依存性



Tokida *et al.* (2010) Biogeosciences

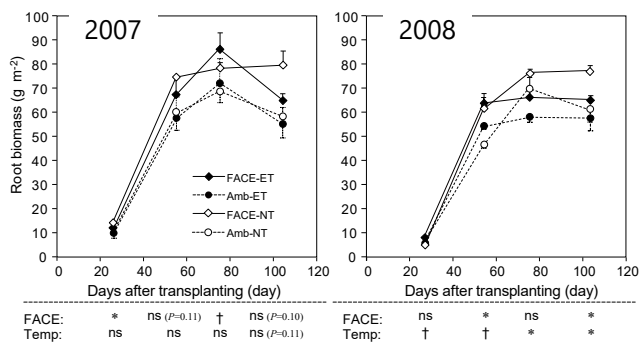
31

電子供与反応と受容反応の経時変化



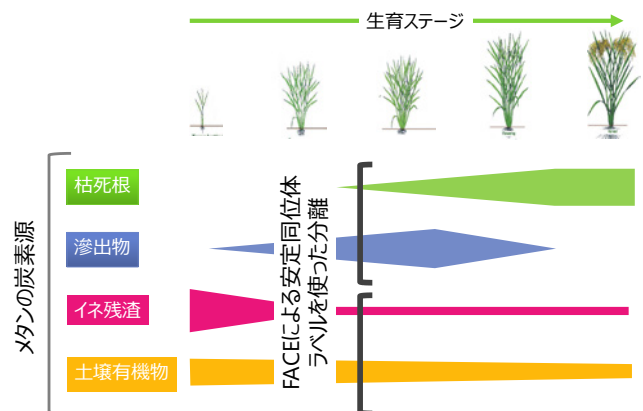
- ✓ 出穂期 (DAT~70) までは、加温による土壌有機物分解の促進で説明できる
- ✓ 出穂期以降は、説明できない

加温による根の枯死・分解の加速



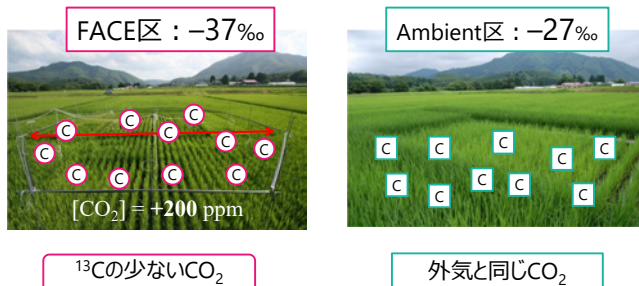
加温によって根の枯死・分解が早まる

同位体を使ったメタンの炭素源の分離



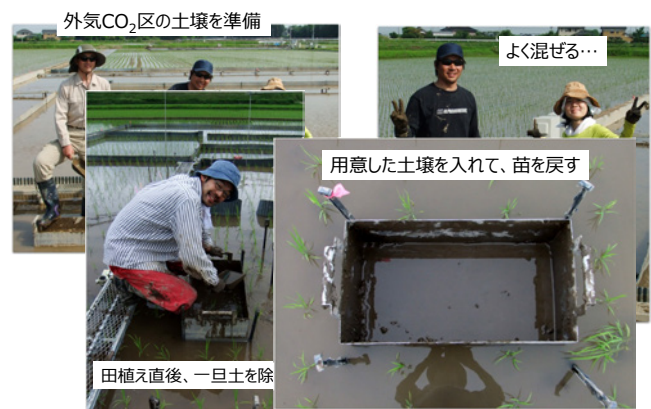
34

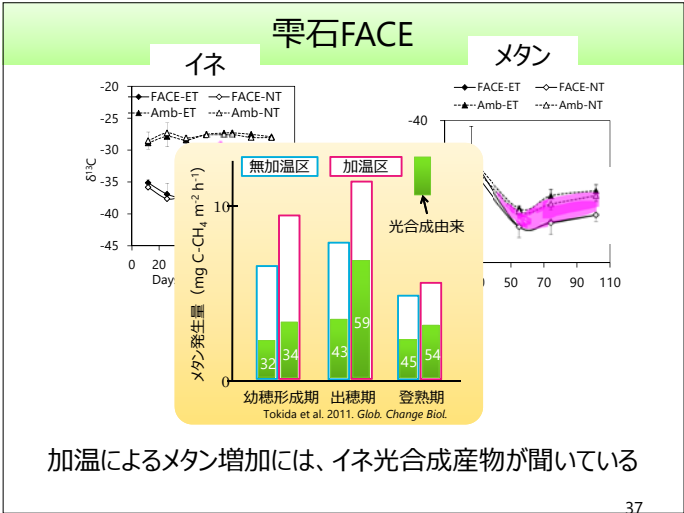
FACE処理に伴う炭素同位体ラベル



35

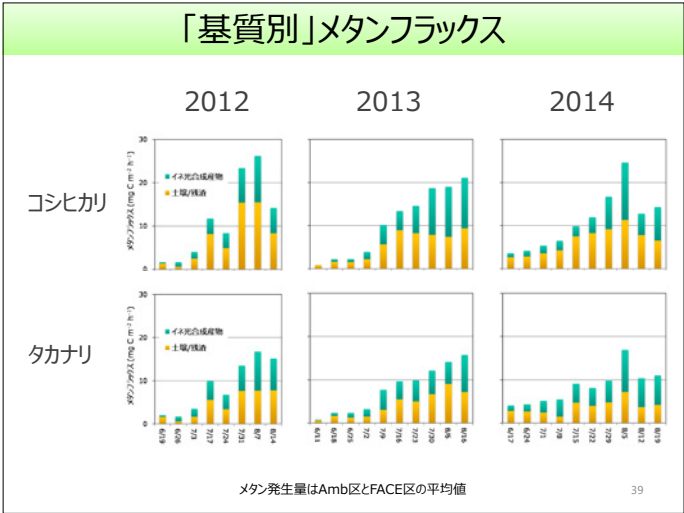
土壌「均一化」処理





37

メタン排出の品種間差異への応用



39

JAPAN SOCIETY FOR THE PROMOTION OF SCIENCE
日本学術振興会
科研費
KAKENHI

農林水産省
Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries

委託プロジェクト「気候変動に対応した循環型食料生産等の確立のための技術開発」

ご清聴ありがとうございました

謝辞：本研究は多くの方々を行ったものです
長谷川さん（現：農研機構・東北農研）、酒井さん、林さん、中村さん（太陽計器）、臼井さん（現：農研機構・北農研）、施さん、片柳さん、早野さん（現：農研機構・九州沖縄農研）、朱さん（現：南京土壤研）、南川さん（現・JIRCAS）、山本さん（現・東京学芸大）、程さん（現・山形大）、安立さん（現・筑波大）、松波さん（農研機構・東北農研）、大川原さん、西脇さんと学生さんたち（茨城大）、八島さんと学生さんたち（千葉大）、中島さん、須藤さん、光信理化学製作所の皆様、松田さんをはじめ「つくばみらい市の皆様」、小林さん、岡田さん、鮫島さん、張替さん、橋本さん、神戸さん、矢野さんをはじめ、多くの契約職員の皆様、支援室のみなさま

プロフィール

名前：常田 岳志

所属：農研機構・農業環境変動研究センター（併任：高度解析センター）

専門：農業環境工学

研究内容：水田稲作における気候変動への適応・緩和策の開発





 土壌物理研究部会 研究集会

**気候変動が積雪寒冷地の流域水循環
(+水温) に及ぼす影響について**

 2018年10月26日 (金)

 室蘭工業大学

 中津川 誠 (なかつがわ まこと)



自己紹介

 氏名：中津川誠 (なかつがわまこと) 教授

 出身：北海道札幌市

 2007年10月から室蘭工大 **11年目**

 それ以前は国土交通省 (北海道開発局)

 専門分野：**水文学・河川工学**

 研究テーマ：

 1. 気候変動・水循環_治水・利水・環境の適応策

 2. 防災_洪水予測

 3. 自然再生_湿原の再生策

 など 最近は人工知能, **機械学習**に興味あり！



研究の背景と目的

 国交省 河川砂防技術研究開発公署 地域課題分野(河川生態)採択課題 FY2018~2023

気候変動下における河川生態系のレジリエンス

 -河川構造、生物多様性、生態系機能に着目して-

 プロジェクト代表: 中村太士(北大)

■ 背景

 2015年9月の鬼怒川災害や2016年8月の北海道東部を襲った台風災害のように、**気候変動に伴う土砂・洪水災害**は各地で起こっている。また、一方で過去の砂利採取やダム建設に伴い、流量と流砂の連続性が失われ、**河床低下や砂礫堆の樹林化が顕著**になってきている。この2つの現象が重なり、**多くの流木を伴う洪水**も発生している。こうした気候変動下における生物多様性や生態系機能の維持機構、さらに攪乱後の回復過程を明らかにし、河川管理に生かしていくことは今後ますます重要になると考えられる。

■ 目的

 1) 大規模攪乱後の回復過程(5~10年の短期変化)

 2016年災害前後の十勝川水系における河川構造、生物多様性、生態系機能について比較検討することにより、気候変動下における河川生態系のレジリエンスを評価する。

 2) 長期モニタリングデータを使った物理環境と個体群の安定性(15年以上の長期変化)

 石狩川水系において、異なる地質や湧水・非湧水河川が流域に存在することが、年変動や攪乱に対する地域個体群の安定性に及ぼす影響を評価する。

 3) 流域水循環モデル(流量・水温)の構築

 石狩川・十勝川水系において、気候変動下における種間競争を踏まえた種分布予測を実施する。

 4) モデル統合と複数の気候変動シナリオによる予測

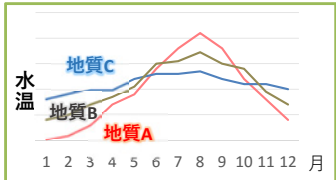
 上記調査結果およびモデルを統合し、複数の気候変動シナリオ(CO₂増加、現状維持、抑制など)に対する河川生態系の応答と、それに基づく防災、生物多様性、生態系機能の保全戦略、河川管理の在り方を提案する。



個体群の多様性への影響評価

地質・地形

 例. 地質による水温レジームの違い



地質が環境の異質性を創出？

 → 支流間での産卵期のずれ

【産卵期】

 Early, Mid, Late

テーマ② 生物相の長期動態



気候変化に伴う流域の水循環と水温の変化の推定と影響評価に関する研究フローとイメージ

現在・将来気候値 (20kmメッシュデータ)

 ダウンスケーリング (1kmメッシュデータ)

 流域水循環の推定

 影響評価

 ・農業取水への影響評価

 ・飲用水への影響評価

 ・内水面漁業への影響評価

 ・河川生態系への影響評価

テーマ③ 流域水循環 温暖化モデル

ダウンスケーリングのイメージ

 【ダウンスケーリングイメージ】

 20kmメッシュ 200mメッシュ 100mメッシュ

 パイプス断面：観測網に合わせて縮小

流域水循環・水温推定手法のイメージ

 ①大気-陸面過程

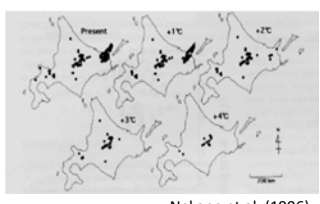
 ②河川水循環過程

 ③河川水質過程



温暖化にともない冷水性サケ科魚類が減少

気候変動に伴う種の分布予測モデル-湧水と種間相互作用



Nakano et al. (1996)

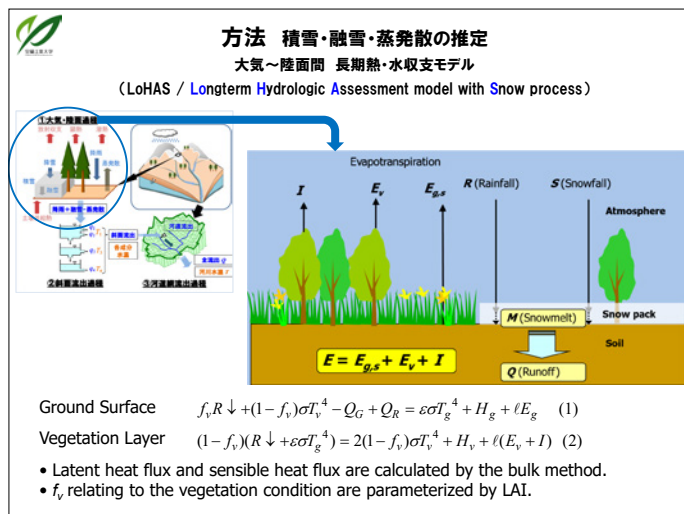
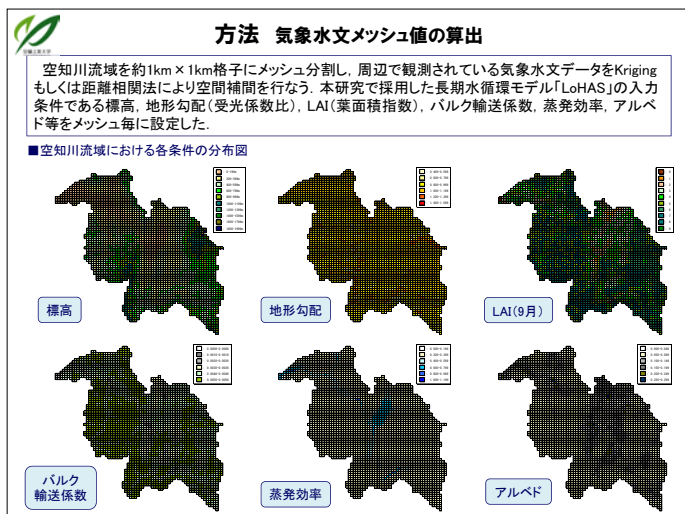
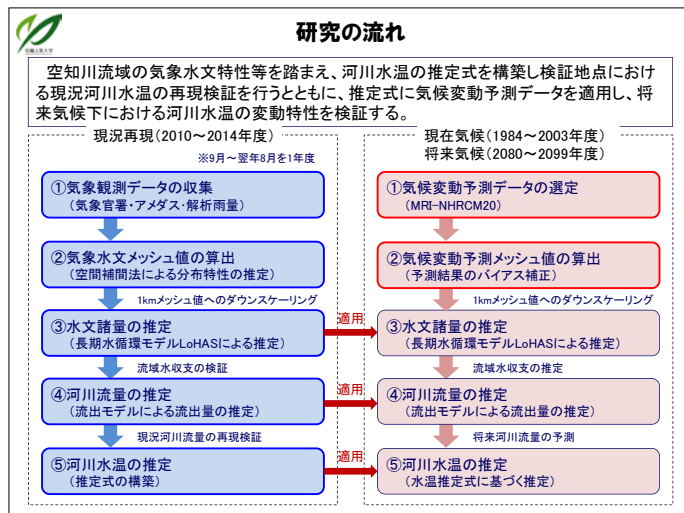
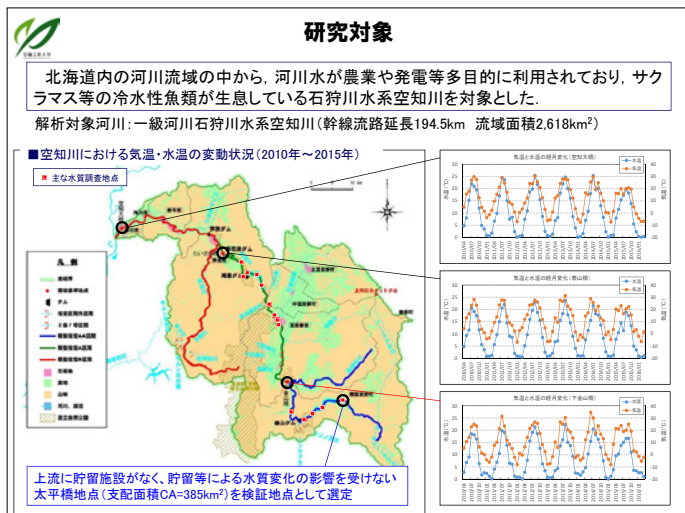
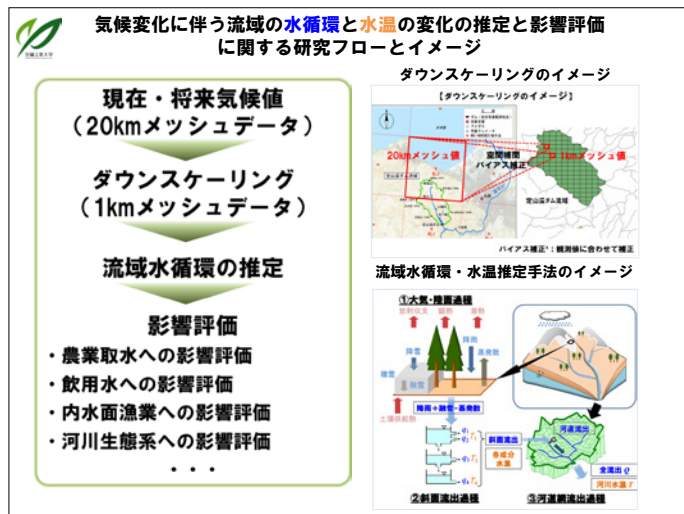
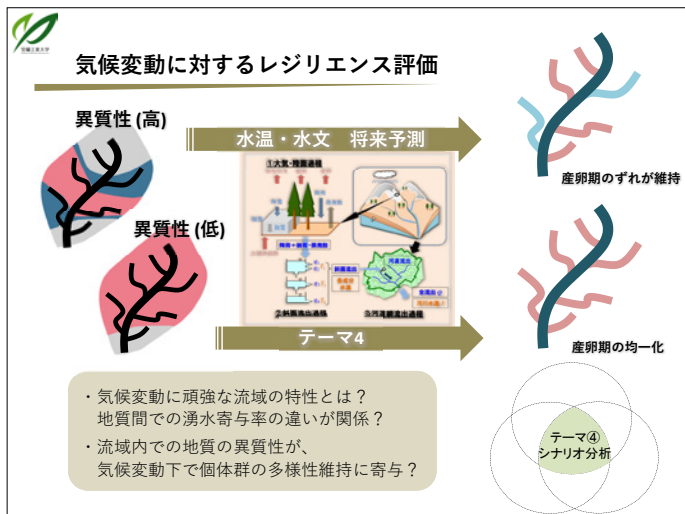
水温が気温がパラレルに変動、と仮定

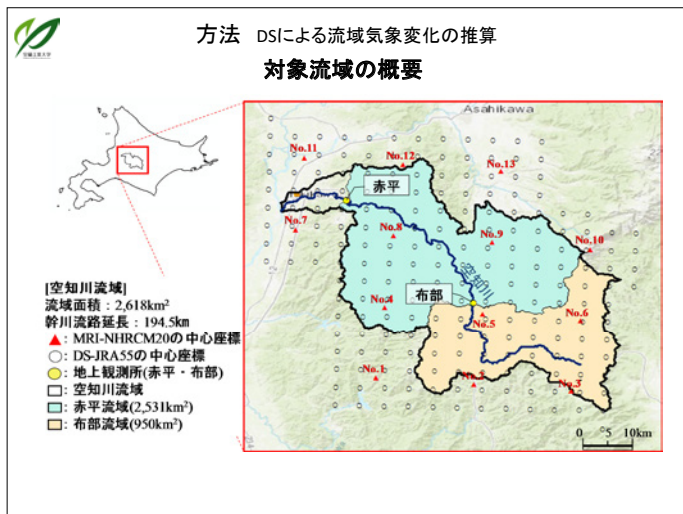
 水温と気温の相関は局所的に大きく異なる (Arismendi et al. 2012)

 単一種のシンプルなモデル

 実際は温度依存種間競争 (Taniguchi & Nakano 2000) が大きく影響しそう

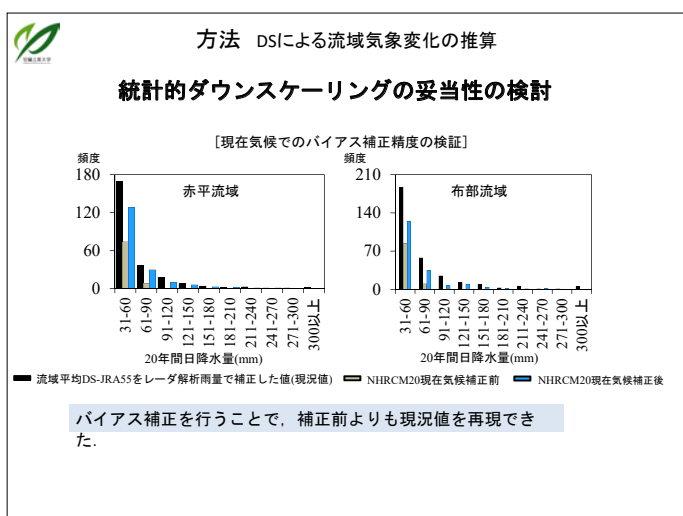
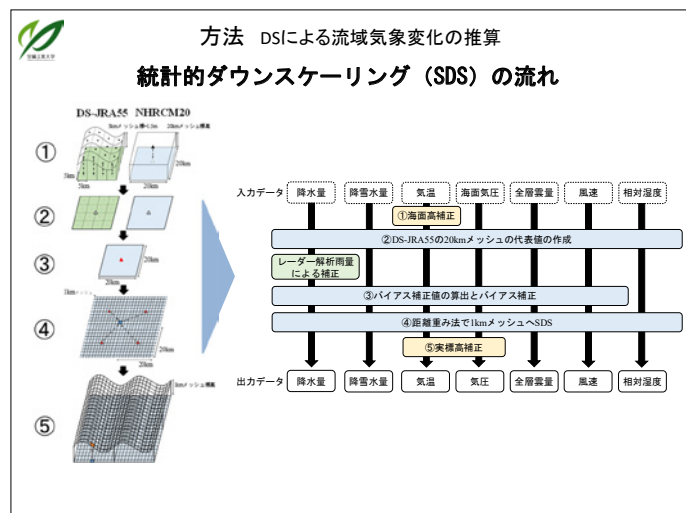
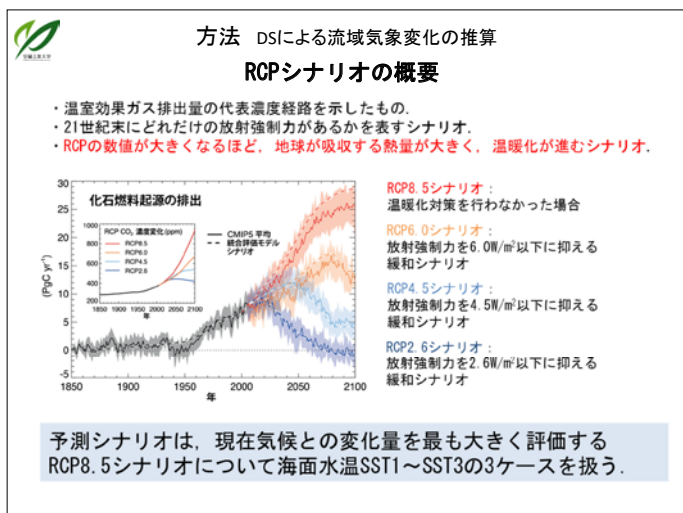
テーマ④ シナリオ分析





方法 DSIによる流域気象変化の推算
使用モデルの概要

DS-JRA55(気象庁55年再解析モデル)		
	現況気候(現況値として扱う)	
空間解像度	5km	
対象期間	1984.9~2004.8	
MRI-NHRCM20(気候変動予測モデル)		
	現在気候	将来気候
空間解像度	20km	20km
対象期間	1984.9~2004.8	2080.9~2100.8
将来予測シナリオ	—	RCP8.5
海面水温パターン	HadISST	SST1/SST2/SST3
積雪対流スキーム	Yoshimura Scheme(YS)	Yoshimura Scheme(YS)



2. DSIによる流域気象変化の推算
統計的ダウンスケーリングの妥当性の検討

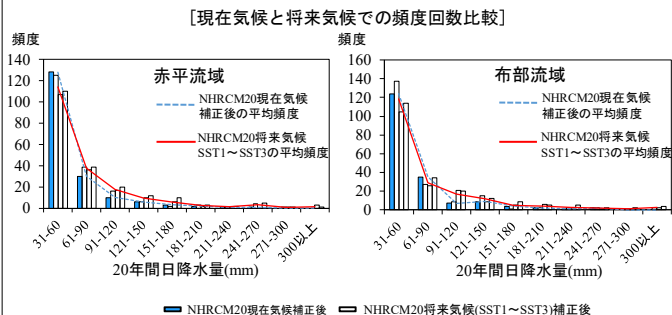
現在気候でのバイアス補正前後の水収支比較

地点名	流域面積	①年間流出高	②年間降水量		②-①	
			補正前	補正後	補正前	補正後
赤平	2,531km ²	1,096mm	1,346mm	1,536mm	250mm	440mm
布部	950km ²	1,190mm	1,351mm	1,474mm	161mm	284mm

蒸発散を考慮すると補正後のほうが妥当な数字となった

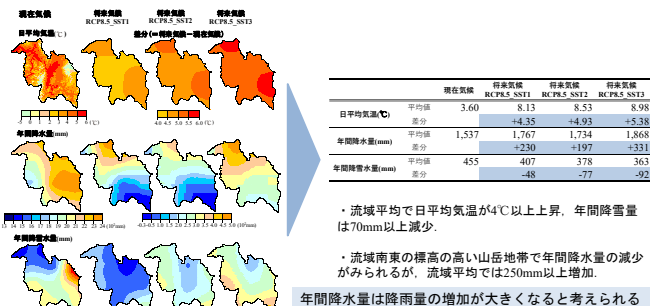
2. DSIによる流域気象変化の推算

統計的ダウンスケーリングの妥当性の検討



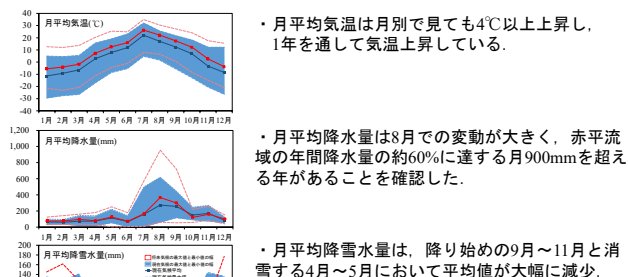
方法 DSIによる流域気象変化の推算

将来気候変動の評価



方法 DSIによる流域気象変化の推算

将来気候変動の評価



考察 河川水温の冷水性魚類への影響評価

金山ダム付近に生息する魚類の中から、冷水性魚類で空知川流域において生息・生育が特徴的であるサクラマス(ヤマメ)を対象に、産卵・ふ化・稚仔魚の成長、成魚の遡上に適した水温範囲に該当する日数の変化の観点から検証を行った。
水温範囲は、既往文献*をもとに産卵・ふ化・遡上等の期間区分を設定し、既往資料で定義されている各時期の生息水温を参考に設定した。

サクラマス(ヤマメ)の生活史を踏まえた期間区分と水温範囲

区分	産卵期	ふ化・稚仔魚期	成魚・遡上期
期間	9~10月	11~4月	5~8月
最低温	—	—	(成魚期) 8~11℃ (遡上期) 9.5~15.4℃
適水温	11~18℃	(ふ化期) 1~2℃ (成魚期) 6~13℃ (遡上期) 5.5~20℃	
水温範囲	11~18℃	1~2℃	8~15.4℃



サクラマスの生活史

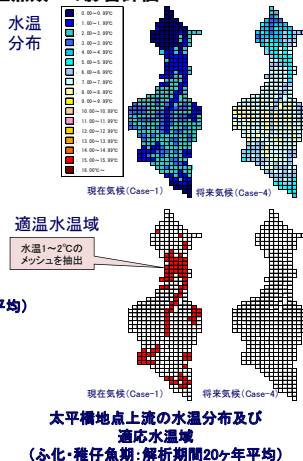
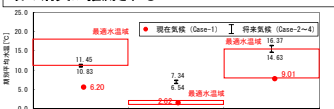
出典: さけます・内水面水産試験場ホームページ: <https://www.hiro.or.jp/isy/fisheries/research/hatch/section/shigen/tb6sqn00000067e.html>



考察 河川水温の冷水性魚類への影響評価

産卵期及び成魚・遡上期では気候変動下でも適応可能な水温範囲となるが、ふ化・稚仔魚期では最大で約7℃に水温が上昇し、生息困難となることが推測される。

生息に適した水温範囲に該当する日数は、産卵期、成魚・遡上期で増加するのに対し、ふ化・稚仔魚期では大幅に減少し、1~2℃の適応可能な水温域の消失が推測される。



まとめと課題

- ・ 積雪寒冷地の水循環、水温の定量化
降雨、積雪、融雪、蒸発散、流出過程のモデル化
- ・ 流出、水温形成に関係する土壌の物性の定量化
土壌水分と流出の関係
土壌水分を定量化するための土壌や地質特性のモデルへの反映
- ・ 気候変動による気象・水文情報の作成
ダウンスケーリング
アンサンブルデータの作成
- ・ 物理環境と生物環境の関係
物理環境と生物環境のインパクト・レスポンス関係
気候変動による影響評価と対策(適応策)

プロフィール

名前：中津川 誠

所属：室蘭工業大学大学院・くらし環境系領域・社会基盤ユニット

専門：水文学，河川工学

研究内容：気候変動適応策，流域の水循環メカニズム，洪水予測など



土壌物理研究部会の開催記録

開催回	西暦年	開催日	会合種別	場所	テーマ
	1963	1963年1月21日			農業土木学会研究委員会 土壌物理研究部会 設立認定
第1回	1963	1963年5月13日	第1回総会並びに研究討論会		
	1963	1963年			(土壌物理研究雑誌創刊NO.1)
第2回	1963	1963年12月13日	第2回研究討論会		土壌の構造およびその測定について
第3回	1964	1964年11月27日	第3回研究討論会		土壌水(主として静的状態について)
第4回	1965	1965年11月19日	第4回研究討論会		土壌水の移動について
第5回	1966	1966年11月26,27日	第5回研究討論会	東京都下八王子	
		1967年			(土壌物理研究NO.4)
第6回	1967	1967年11月22,23日	第6回研究討論会	八王子市の大学セミナー	水田の排水について
第7回	1968	1968年11月21日	第7回研究討論会	名古屋市産業貿易会館	土壌水分の測定法について
第8回	1969	1969年11月19日	第8回研究討論会	名古屋市産業貿易会館	土壌物理性の測定法について
第9回	1970	1970年11月16,17日	第9回研究討論会	岡山大学	農地土壌のサンプリング
第10回	1971	1971年11月19,20日	第10回研究討論会	岡山大学	(5名の話題提供)
第11回	1972	1972年11月18日	第11回研究討論会	岩手大学	(8名の話題提供)
第12回	1973	1973年7月25日	第12回研究集会	岩手大学	(大会講演会に引続いて実施)
第13回	1974	1974年11月25,26日	第13回研究討論会	福岡	(8名の話題提供)
第14回	1975	1975年11月11日	第14回研究集会	市	特殊土壌の物理性
第15回	1976	1976年11月16日	第15回研究集会	鹿児島市	泥炭の理工学性
第16回	1977	1977年8月29,30,31日	第16回研究集会現地	札幌市	現地見学、火山灰土壌の理工学性、重粘性
第17回	1978	1978年9月3,4日	第17回研究集会	帯広市	土の構造性と理工学性
第18回	1979	1979年11月21,22日	第18回研究集会	愛媛県	(6名の話題提供、現地見学)
第19回	1980	1980年11月11,12日	第19回研究集会	松山市	土壌と水の諸問題、現地見学
第20回	1981	1981年6月23,24日	第20回研究集会	鶴岡市	土壌物理20年の歩みと明日への展望
第21回	1982	1982年9月29,30日	第21回研究集会	蔵王	土壌物理とその関連する諸問題
第22回	1983	1983年11月30日、12月1日	第22回研究集会	鹿児島市	沖積粘土の物理性
第23回	1984	1984年11月19,20日	第23回研究集会	佐賀市	除塩問題
第24回	1985	1985年10月30,31日	第24回研究集会	岡山市	塩類の集積機構
第25回	1986	1986年11月20,21日	第25回研究集会	鳥取市	土壌物理の基礎的問題と展望
第26回	1987	1987年10月13,14日	第26回研究集会	津市	土壌物理における新しい手法とその展開
第27回	1988	1988年10月17日	第27回研究集会	京大会館	粘土・水系の分散凝集と流動特性

第28回	1989	1989年9月27日	第28回研究会	共済会館びわこ	土壌・植物中の物質移動
第29回	1990	1990年11月19,20日	第29回研究会		水田土壌および湿地土壌の特徴、 若手研究者からの話題提供
第30回	1991	1991年12月4日	第30回研究会	福岡リーセントホテル	海外における最近の土壌物理研究
第31回	1992	1992年	第31回研究会	茨城大学	世界の水田の現状と発展方向
第32回	1993	1993年11月26日	第32回研究会	茨城大学	タイトルなし
第33回	1994	1994年	第33回研究会		関連分野からみた土壌物理的諸問題
第34回	1995	1995年	第34回研究会	岩手大学	土壌物理の新しい波
第35回	1996	1996年	第35回研究会		土壌物理に何を求めるかー環境保全型農業 あるいは持続型農業を視野に入れてー
第36回	1997	1997年	第36回研究会		土中生物、土壌化学性と土壌の物理性
第37回	1998	1998年	第37回研究会		土壌物理と水文学
第38回	1999	1999年	第38回研究会	三重大学	土壌の温度環境をめぐる諸問題
第39回	2000	2000年	第39回研究会	鳥取大学	乾燥地の土壌劣化をめぐる諸問題
第40回	2001	2001年12月5日	第40回研究会	鳥取大学乾燥地研究 センター	乾燥地の土壌劣化をめぐる諸問題ー フィールドワークを中心にー
第41回	2002	2002年	第41回研究会	岡山大学	間隙レベルの土壌物理現象 ー新たな展開に向けてー
第42回	2003	2003年	第42回研究会	岡山大学創立50周年 記念館	マクロレベルの土壌物理現象
第43回	2004	2005年1月8日	第43回研究会	東京大学	新しい人の土壌物理
第44回	2005	2005年10月14日	第44回研究会	北海道大学	環境の修復・保全と土壌物理
第45回	2006	2006年10月15日	第45回研究会	北海道大学	期待される土壌物理学
第46回	2007	2007年10月14日	第46回研究会	九州大学西新プラザ	不飽和土中の水分・溶質移動モデルの 研究と普及
第47回	2008	2008年10月19日	第47回研究会	三重大学山翠ホール	HYDRUS-1Dの新機能の紹介と今後の展 開
第48回	2009	2009年10月25日	第48回研究会	明治大学生田校舎中 央校舎メディアホール	土壌物理学の貢献 ー土壌汚染浄化に向けてー
第49回	2010	2010年10月24日	第49回研究会	鳥取大学農学部1号 館大講義室	土壌物理学の貢献ー初等中等理科教育に おける研究者の役割ー
	2011	2011年6月3日	緊急学習会	東京大学農学部	放射性物質の農地等における移動・循環 問題 ー食の安全と環境ー
第50回	2011	2011年10月22日	第50回研究会	東京大学農学部	環境科学に活かす土壌物理
第51回	2012	2012年11月3日	第51回研究会	北海道農業研究セン ター 芽室研究拠点	土壌物理研究のたゆみない歩み
第52回	2013	2013年10月25日	第52回研究会	コラッセふくしま 5階小 研修室	東日本大震災による農地被災の実態と 復旧の現状・問題点
第53回	2014	2014年10月24日	第53回研究会	宮城大学食料産 業学部 太白 キャンパス	現場技術のなかの土壌物理
第54回	2015	2015年10月25日	第54回研究会	佐賀大学本庄 キャンパス	農地を探索するものたちー土壌物理の現 場最前線ー
第55回	2016	2016年10月30日	第55回研究会	京都大学吉田キャン パス	農地を探索するものたちー土壌物理の若 手最前線ー
第56回	2017	2017年10月13日	第56回研究会	北海道大学農学部	土壌化学を理解するための地球化学反応 モデリングの基礎
第57回	2018	2018年10月26日	第57回研究会	北海道大学農学部	気候変動と土壌環境

土壌物理研究部会の歴代部会長

在任期間(年度)	部会長	事務局
1963～1965年	富士岡義一	京都大学
1966～1967年	山崎不二夫	東京大学
1968～1969年	白井清恒	三重大学
1970～1971年	小橋英夫	岡山大学
1972～1973年	徳永光一	岩手大学
1974～1975年		九州大／鹿児島大？
1976～1977年		北海道大／帯広畜産大？
1978～1979年		愛媛大学
1980～1981年	東山 勇	山形大学
1982～1983年	難波直彦	鹿児島大学
1984～1985年	長堀金造	岡山大学
1986～1987年	長田 昇	三重大学
1988～1989年	丸山利輔	京都大学
1990～1991年	黒田正治	九州大学
1992～1993年	岩田進午	茨城大学
1994～1995年	岸本良次郎	岩手大学
1996～1997年	櫻井雄二	愛媛大学
1998～1999年	新垣雅裕	三重大学
2000～2001年	山本太平	鳥取大学
2002～2003年	筑紫二郎	九州大学
2004～2006年	宮崎 毅	東京大学
2007～2008年	取出伸夫	三重大学
2009～2010年	登尾浩助	明治大学
2011～2012年	塩澤 昌	東京大学
2013～2014年	安中武幸	山形大学
2015～2016年	成岡 市	三重大学
2017～2018年	長 裕幸	佐賀大学

2018 (平成 30) 年度 農業農村工学会 土壌物理研究部会事務局

部会長: 長 裕幸 (佐賀大学農学部 生物環境科学科)
副部会長: 近藤文義 (佐賀大学農学部 生物環境科学科)
会計担当代表幹事: 徳本家康 (佐賀大学農学部 生物環境科学科)
会計審査代表幹事: 中野恵子 (農研機構 九州沖縄農業研究センター)

〒840-8502 佐賀市本庄町 1

佐賀大学農学部 生物環境科学科 地圏環境学研究室

TEL : 0952-28-8755

E-mail: yasu@cc.saga-u.ac.jp

土壌物理研究部会 HP: <http://www.jsidre.or.jp/dojou/>

土壌物理研究部会運営要領

社団法人農業農村工学会土壌物理研究部会の運営については、定款、規則、研究部会規程に定めるほか、この要領に定めるところによる。

(名称)

第1条 この研究部会は、(公益)社団法人農業農村工学会土壌物理研究部会と称する。

(目的)

第2条 この研究部会は、土壌物理学に関する学術研究の発展及び部会員間の学術交流に寄与することを目的とする

(事業)

第3条 この研究部会は、その目的達成のため、次の事業を行う。

- (1) 研究発表会、討論会の開催
- (2) 共同研究の実施
- (3) 研究資料の収集、配布
- (4) その他必要な事項

(研究部会のメンバー)

第4条 この研究部会は、(公益)社団法人会員の中で、特に土壌物理について研究しようとする者であつて、この部会の趣旨に賛同し入会を希望する者を構成員とする。但し、(公益)社団法人会員以外で入会を希望するものについては、これを妨げない。

(代表幹事)

第5条 この研究部会に代表幹事4名以内を置く。

- 2 この研究部会に代表幹事で構成する代表幹事会を置く。
- 3 代表幹事は、部会のメンバーの中から部会のメンバーの互選で選出する。
- 4 代表幹事会は、代表幹事の中から部会長1名、副部会長1名、会計審査代表幹事1名及び会計担代表幹事を互選する。
- 5 部会長、副部会長、会計審査代表幹事及び会計担代表幹事の任期は、2年として再任を妨げない。
- 6 部会長は、この部会を代表する。
- 7 副部会長は、部会長を補佐し、部会長に事故あるときは部会長の業務を代行する。
- 8 代表幹事は、部会長及び副部会長を補佐し、この部会の運営に当たる。
- 9 会計審査代表幹事は、この研究部会の収入・支出について、本部の監事の監査に先がけ

て審査する.

10 会計担当代表幹事は, 部会長を補佐してこの研究部会の収支に係る経理事務を行う.

11 部会長, 副部会長, 会計審査員及び他の代表幹事は, 無報酬とする.

(代表幹事会の任務)

第 6 条 この研究部会の代表幹事は, 次に掲げる事項を処理する.

- (1) この研究部会が行う事業計画案及び収支予算案の作成
- (2) 理事会で決定された事業の実施及び経理
- (3) この研究部会が実施した事業及び収支決算の本部への報告
- (4) この研究部会の活動参画メンバーとの連携調整
- (5) 学会本部との連絡調整
- (6) その他必要と認める事項

(代表幹事会の開催)

第 7 条 代表幹事会は, 年 2 回以上開催する.

- 2 代表幹事会は, 研究部会長が招集する.

(議長・議決)

第 8 条 代表幹事会の議長は, 研究部会長とする.

- 2 代表幹事会の議長は, 過半数の代表幹事が出席し, 出席した者の過半数を持って決する. 可否同数のときは, 研究部会長が決する.
- 3 議長の議決について委任状を提出した代表幹事は, 出席したものとみなす.

(事業計画案及び収支予算案の作成)

第 9 条 研究部会長は, 研究部会規程第 6 条に規定する収支予算案の作成に当たっては, 当該年度の支出予算額は, 当該年度の収入見込額に 100,000 円を加えた額の合計額以内の額とする. ただし, 特に必要があるときは, 当該合計額に当該研究部会の経年の収支差額の合計残額(本部繰入れ資産額を含む.)を加えた総額を超えてない額とすることができる.

(申請)

第 10 条 研究部会長は, 研究部会規程第 3 条, 第 5 条, 第 6 条及び第 8 条に規定する申請及び提出については, 予め代表幹事会の決定を得なければならない.

(経理)

第 11 条 この研究部会の活動に係る収入は, 学会の収入として, 支払は学会の支弁として経理す

る.

- 2 前項の経理は、事項別科目別に行う.

(庶務)

第 12 条 この研究部会の活動に係る庶務は、部会長の所属する機関内の場所において行う.

附則

- 1 農業農村工学会土壌物理研究部会規約は、廃止する.
- 2 この要領は、平成 23 年 9 月 8 日から施行する.
- 3 この要領の適用日の前日において、現に部会長、事務局幹事及び会計監査である者は、それぞれこの要領施行の日からこの要領により選出された部会長、副部会長、会計担当代表幹事、会計審査代表幹事とみなす.

平成 30 年度 農業農村工学会 土壌物理研究部会
第 57 回 研究集会 要旨集

2018(平成 30)年 10 月 26 日

編集・発行者 農業農村工学会 土壌物理研究部会
事務局 〒840-8502 佐賀市本庄町 1
佐賀大学農学部 生物環境科学科 地圏環境学研究室
TEL : 0952-28-8755
E-mail: yasu@cc.saga-u.ac.jp
土壌物理研究部会 HP: <http://www.jsidre.or.jp/dojou/>
印刷・製本 株式会社 昭和堂
