

大型水鳥の生息にも配慮した農地環境の改善について

(講演資料)

田んぼの生物多様性を活かし、メタンの発生を抑制する
～生物多様性保全策と気候変動対策の相乗効果を高め、課題の同時解決をめざす～

演者: 呉地正行氏



斐伊川水系 水鳥プロジェクト

斐伊川水系 生態系ネットワークによる大型水鳥類と共に生きる流域づくり検討協議会

田んぼの生物多様性を活かし、メタンの発生を抑制する

～生物多様性保全策と気候変動対策の相乗効果を高め、
課題の同時解決をめざす～

ラムサール・ネットワーク日本 呉地正行

近年、顕在化してきた気候変動対策の中で、水田は強い温室効果を持つメタンガスの発生源として国際的にも問題視され、国内ではその緩和策として水田を乾かす期間の延長と、それをJクレジットの対象として農家を経済支援し、メタン発生を抑制を促進しようとする取り組みが広がりつつある。

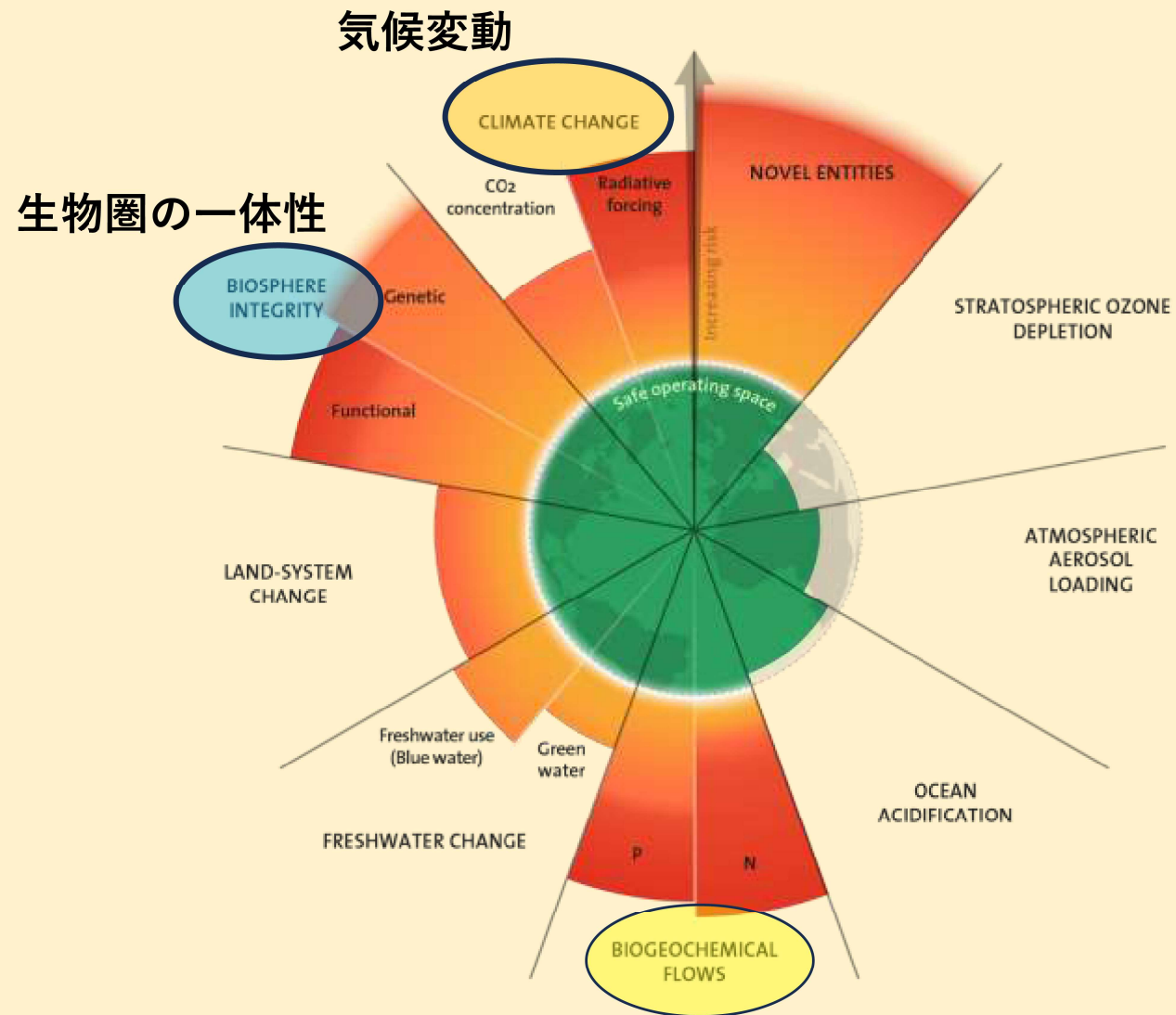
一方でこの取り組みは、水田という農業湿地に依存する物言わぬ多様な生きものの世界を更に更に劣化させ、持続可能な水田農業に不可欠な生物多様性の基盤を崩壊させることになる。

気候変動に特化した対策は、生物多様性に負荷を与えるものが多く、現在広く行われようとしている対策もその一つと言える。

生物多様性（生物圏の一体性）と気候変動問題は、「地球の限界」の中でも突出して危機的な問題で、両者が共に緩和や相乗効果が得られる対策を取らない限り、健全な地球の未来を描くことはできない。

今回は、水田のメタン発生の主要な原因とその本質的な抑制策を示したうえで、現在のメタン緩和策の問題点を指摘し、相互関連する水田の生態系の保全と気候変動対策の相乗効果を高める手法についての議論を深めたい。

地球の限界



生物地球化学的循環

水田から発生する
メタンガスは
どのくらいあるのか

各種メタン発生源からの 年間メタン発生量推定値

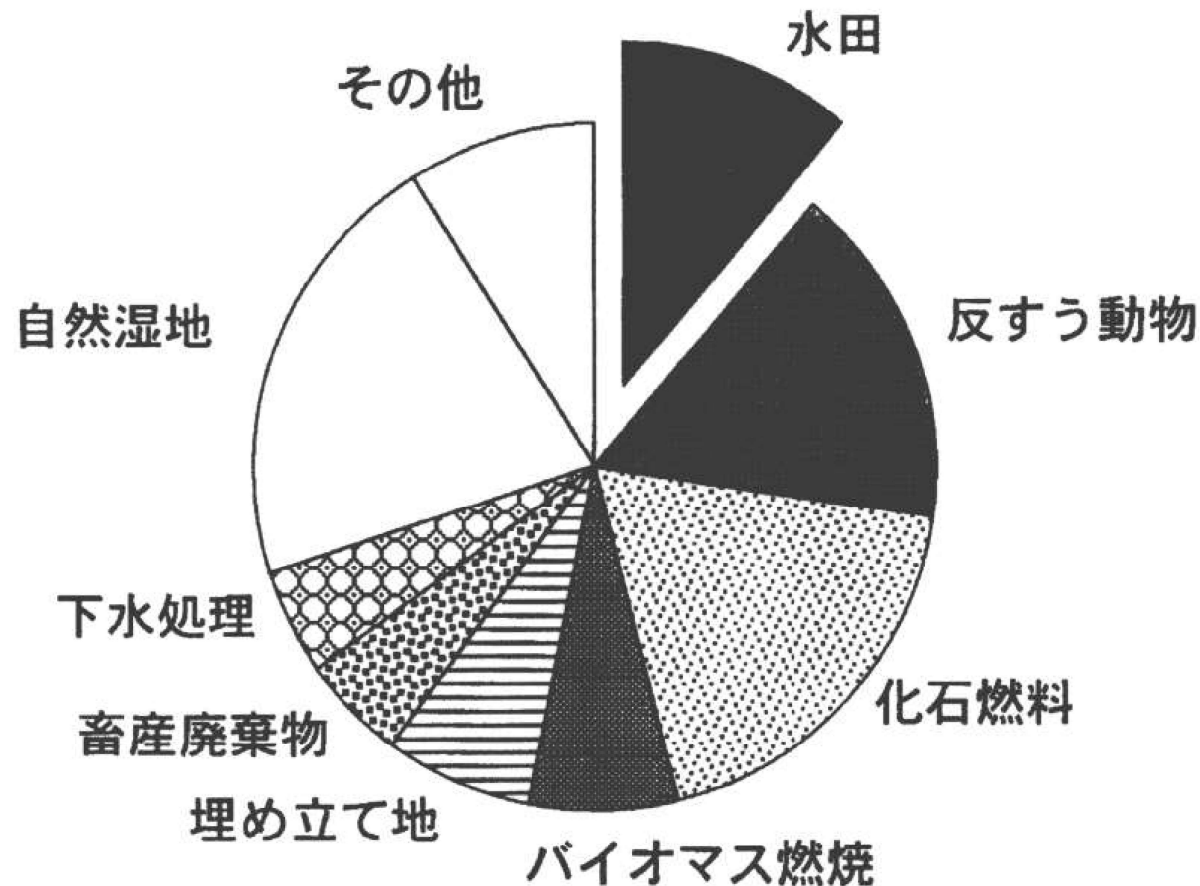


図 2. 大気メタンの発生源とそのうちわけ. (IPCC, 1995より作図)

Sources of atmospheric CH₄.

(八木, 1997 より引用)

日本国内での水田からのメタン発生量は？

日本国温室効果ガスインベントリ報告書2024年(>700pp.) (稲作、湿地関連部分)

日本国温室効果ガスインベントリ報告書
2024年

温室効果ガスインベントリオフィス (GIO) 編
環境省地球環境局総務課脱炭素社会移行推進室 監修

地球環境研究センター
Center for Global Environmental Research



国立研究開発法人 国立環境研究所
National Institute for Environmental Studies, Japan



日本国温室効果ガスインベントリ報告書2024年 (稲作、湿地関連部分)

第 2 章 温室効果ガス排出量及び吸収量の推移	2-1
2.1. 温室効果ガスの排出及び吸収の状況	2-1
2.1.1. 温室効果ガス排出量及び吸収量の概要	2-1
2.1.2. CO ₂	2-3
2.1.3. CH ₄	2-7
2.1.4. N ₂ O	2-8
2.1.5. HFCs	2-9
2.1.6. PFCs	2-10
2.1.7. SF ₆	2-11
2.1.8. NF ₃	2-12
2.1.9. 間接 CO ₂	2-13
2.2. 分野ごとの排出及び吸収の状況	2-14
2.2.1. エネルギー	2-15
2.2.2. 工業プロセス及び製品の使用	2-16
2.2.3. 農業	2-18
2.2.4. 土地利用、土地利用変化及び林業	2-19
2.2.5. 廃棄物	2-20
2.2.6. 間接 CO ₂	2-20
2.3. 前駆物質及び硫黄酸化物の排出状況	2-21

日本国温室効果ガスインベントリ報告書2024年 (稲作、湿地関連部分)

第 5 章 農業分野	5-1
5.1. 農業分野の概要	5-1
5.2. 消化管内発酵 (3.A.)	5-2
5.2.1. 牛 (3.A.1.)	5-2
5.2.2. めん羊、豚、水牛、山羊、馬 (3.A.2., 3.A.3., 3.A.4.-)	5-9
5.2.3. その他の家畜 (3.A.4.-)	5-10
5.3. 家畜排せつ物の管理 (3.B.)	5-10
5.3.1. 牛、豚、家禽類 (採卵鶏、ブロイラー) (3.B.1., 3.B.3., 3.B.4.-)	5-11
5.3.2. めん羊、水牛、山羊、馬、うさぎ、ミンク (3.B.2., 3.B.4.-)	5-29
5.3.3. その他の家畜 (3.B.4.-)	5-32
5.3.4. 間接 N ₂ O 排出量 (3.B.5.)	5-32
5.3.4.1. 大気沈降 (3.B.5.-)	5-32
5.3.4.2. 窒素溶脱・流出 (3.B.5.-)	5-34
5.4. 稲作 (3.C.)	5-35
5.4.1. 灌漑水田 (常時湛水田、間断灌漑水田 (中干し)) (3.C.1.)	5-35
5.4.2. 天水田、深水田、その他の水田 (3.C.2., 3.C.3., 3.C.4.)	5-42
5.5. 農用地の土壌 (3.D.)	5-42

日本国温室効果ガスインベントリ報告書2024年 (稲作、湿地関連部分)

5.4. 稲作 (3.C.)

CH₄は嫌気性条件で微生物の働きによって生成されるため、水田は CH₄ 生成に好適な条件が整っていると言える。我が国ではすべての水田が灌漑されており、間断灌漑水田（中干しされる水田）と常時湛水田に分かれ、これらが算定の対象となる。我が国では主に、間断灌漑水田で稲作が営まれている。

2022 年度におけるこのカテゴリーからの温室効果ガス排出量は 13,068 kt-CO₂換算であり、我が国の温室効果ガス総排出量（LULUCF を除く）の 1.2%を占めている。また、1990 年度の排出量と比較すると 3.8%の減少となっている。

表 5-43 稲作に伴う CH₄排出量 (3.C.)

ガス	区分	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
CH ₄	3.C.1.- 常時湛水田	kt-CH ₄	68.5	74.9	69.1	67.6	68.3	67.6	67.8	67.0	67.6	67.0	66.3	65.4	65.5	65.3	63.8
	3.C.1.- 間断灌漑水田		416.6	448.8	418.0	421.1	419.1	415.5	416.3	410.6	417.6	416.0	413.7	411.1	412.1	411.7	402.9
	合計	kt-CH ₄	485.2	523.7	487.0	488.6	487.4	483.1	484.1	477.6	485.1	483.0	480.0	476.5	477.6	477.0	466.7
		kt-CO ₂ 換算	13,585	14,663	13,636	13,682	13,649	13,527	13,554	13,374	13,584	13,523	13,440	13,343	13,373	13,356	13,068

日本国温室効果ガスインベントリ報告書2024年（稲作、湿地関連部分）

5.4.1. 灌漑水田（常時湛水田、間断灌漑水田（中干し））（3.C.1.）

a) 排出源カテゴリーの説明

本カテゴリーでは、灌漑水田（間断灌漑水田、常時湛水田）からの CH₄ 排出の算定、報告を行う。

■ 我が国の水田における水管理について

我が国の一般的な水田農家の間断灌漑（中干し）水田は、2006 年 IPCC ガイドラインの間断灌漑水田（複数落水）とは性質が異なるため、CRT 上では「Intermittently flooded (Single aeration)」で報告する（概要は図 5-4 を参照）。また、メタン削減効果のある中干し延長を実施している水田についても、同項目に含めて報告する。

■ IPCCガイドラインの間断灌漑〔複数落水〕

稲の生育期間中に渡り、約 1 週間間隔で湛水、落水を繰り返す。



■ 日本の一般的な間断灌漑

6月中旬に5～7日間「中干し」を行い、7月以降に3日湛水して2日落水（「間断灌漑」）するのを繰り返す。

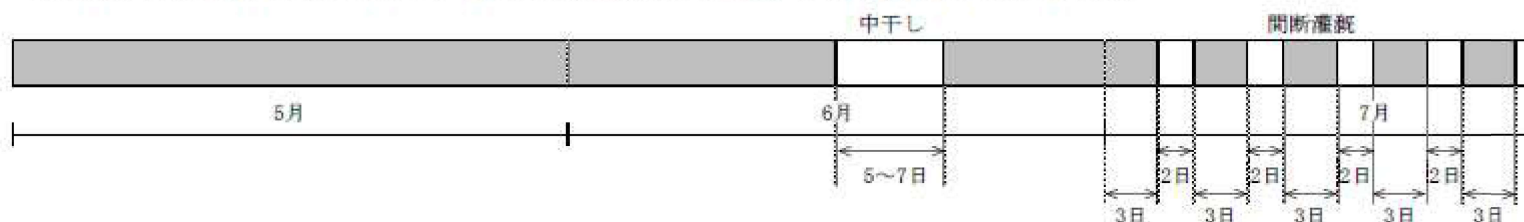


図 5-4 2006 年 IPCC ガイドラインの間断灌漑（複数落水）水田と
我が国の一般的な間断灌漑（中干し）水田

b) 方法論

■ 算定方法

2006 年 IPCC ガイドラインの算定方法をもとに、水田の有機物施用方法や水管理によるメタン発生量の変化を推定する数理モデルである DeNitrification-DeComposition-Rice モデル（DNDC-Rice モデル（麓他、2010））を基に設定した算定方法（下記式）と、そのモデルから推定された CH_4 排出フラックスの回帰式から算出した排出係数を用いて算定をおこなった。なお、DNDC-Rice モデルは DNDC モデルをベースに我が国における水田からの CH_4 排出量を推定できるよう我が国で改良を加えたモデルである。図 5-5 は DNDC-Rice モデルの概念図である。

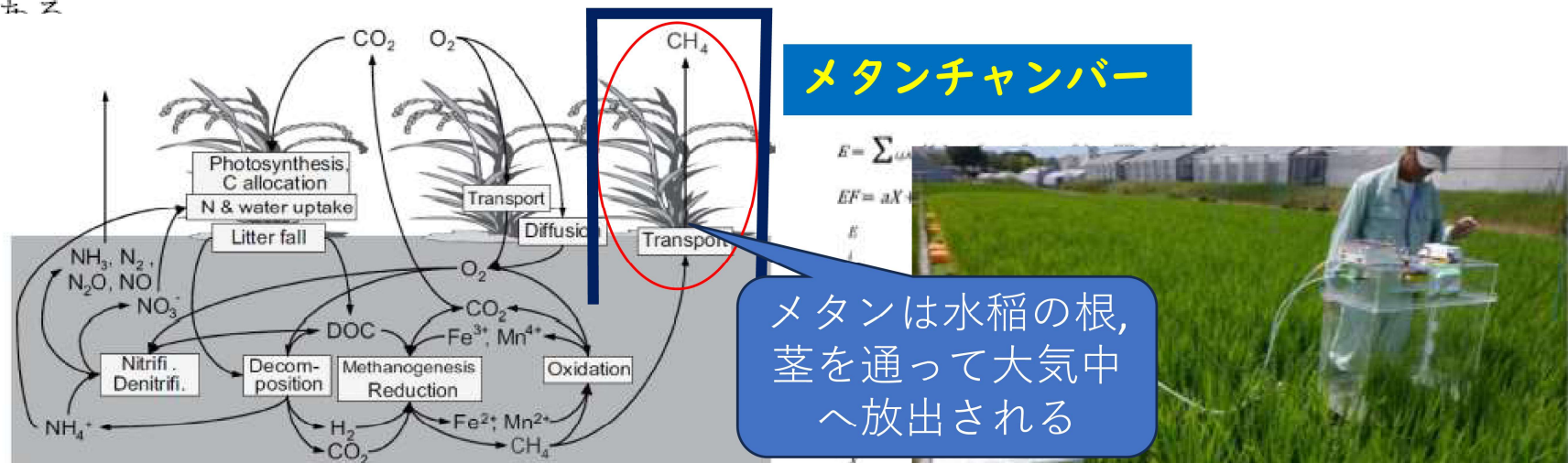


図 5-5 DNDC-Rice モデルの概念図

（出典）麓他（2010）

排出係数の算出には Tier3 法（DNDC-Rice モデル）を用い、排出量の算定には Tier2 法を形した方法を用いている。なお、ここで用いられている算定方法については Katayanagi et al. (2016)、Katayanagi et al. (2017) 及び関連文献に記述されているものをもとに算定方法検討会において検討し、構築している。

水田におけるメタンの生成・酸化と放出経路

〔水田からのメタン発生－食糧生産と地球環境保全とのバランス(八木,1997)を編集〕

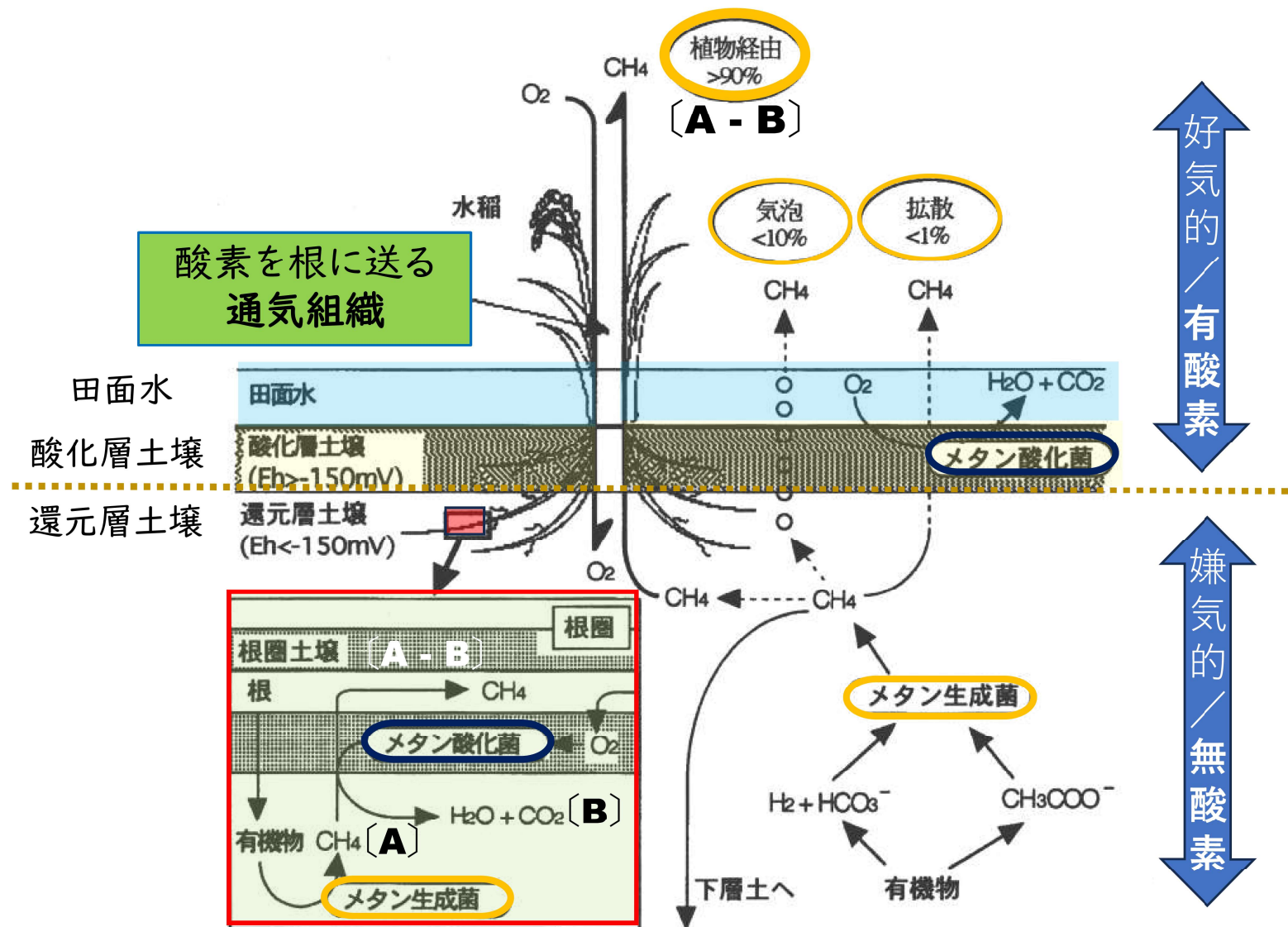


図4. 水田におけるメタンの生成・酸化と放出経路.

Processes involved in production, oxidation, and emission of CH₄ in paddy fields.

項目		1990	1995	2000	2005	2010	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022		
排水不良・常時湛水	稲わら	北海道	585	588	636	665	690	647	652	676	682	682	675	654	663	665	662	
		東北	573	636	714	739	727	696	699	722	739	742	745	734	744	746	739	
		北陸	741	725	753	772	754	684	679	694	702	705	708	693	701	703	696	
		関東	181	202	237	260	259	240	238	246	250	251	252	248	251	251	249	
		東海・近畿	436	429	477	499	478	435	441	459	479	482	477	467	472	472	466	
		中国・四国	422	439	491	499	501	458	455	468	474	476	460	440	445	445	440	
		九州・沖縄	158	155	169	181	186	167	168	174	176	177	177	173	175	175	173	
		堆肥	北海道	574	621	686	670	708	621	654	624	657	638	618	678	634	669	649
	東北		627	673	736	721	758	673	705	676	708	689	670	729	686	720	700	
	北陸		507	548	603	590	622	548	576	550	579	562	545	596	559	589	571	
	関東		226	248	277	270	287	248	263	249	264	255	246	273	254	269	260	
	東海・近畿		372	406	454	443	470	407	430	409	433	419	404	448	416	441	427	
	中国・四国		411	445	492	481	508	446	469	448	471	457	443	486	455	480	465	
	九州・沖縄		221	242	271	264	281	243	257	244	258	250	241	268	248	264	255	
	無施用		北海道	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114
		東北	175	175	175	175	175	175	175	175	175	175	175	175	175	175	175	
		北陸	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	
		関東	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	
		東海・近畿	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	
		中国・四国	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	
		九州・沖縄	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	
		排水不良・間断灌漑	稲わら	北海道	585	588	636	665	690	647	652	676	682	682	675	654	663	665
	東北			547	610	687	711	700	669	672	694	711	715	717	706	716	718	711
	北陸			552	539	562	578	563	505	501	513	520	522	525	513	519	520	515
関東	164			182	213	234	233	216	215	221	226	226	227	224	227	227	224	
東海・近畿	352			346	386	405	388	352	357	371	388	391	387	378	382	382	378	
中国・四国	377			393	441	448	450	411	407	419	426	427	412	394	398	398	394	
九州・沖縄	139			136	148	159	162	146	147	152	154	154	155	151	153	153	152	
堆肥	北海道			574	621	686	670	708	621	654	624	657	638	618	678	634	669	649
	東北		600	646	709	694	730	646	678	649	681	662	643	701	659	693	673	
	北陸		359	392	438	427	454	393	416	395	418	404	390	433	402	426	412	
	関東		204	223	250	243	259	223	237	225	238	230	222	246	229	243	235	
	東海・近畿		300	328	367	358	381	328	348	330	350	338	326	362	336	357	345	
	中国・四国		367	399	442	432	457	399	421	401	423	410	397	437	408	431	417	
	九州・沖縄		192	210	235	229	243	210	223	211	224	216	209	232	215	228	221	
	無施用		北海道	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114
東北			153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	
北陸			33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	
関東			17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	
東海・近畿			21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	
中国・四国			57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	
九州・沖縄			19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	

日本国温室効果ガスインベントリ報告書2024年（稲作、湿地関連部分）

		北海道	東北	北陸	関東	東海・近畿	中国・四国	九州・沖縄	北海道	東北	北陸	関東	東海・近畿	中国・四国	九州・沖縄	北海道	東北	北陸	関東	東海・近畿	中国・四国	九州・沖縄		
4時間排除・常時湛水	稲わら	北海道	308	310	338	355	369	344	347	361	365	365	361	349	354	355	353							
		東北	385	431	488	506	497	475	477	493	506	508	510	502	509	511	506							
		北陸	529	516	538	553	539	485	481	492	499	501	503	492	498	499	494							
		関東	163	180	209	228	228	211	210	216	220	221	222	219	221	221	219							
		東海・近畿	212	208	232	243	233	212	215	224	233	235	233	227	230	230	227							
		中国・四国	225	235	266	270	271	247	245	252	256	257	248	236	239	239	236							
		九州・沖縄	157	154	169	181	185	166	167	173	176	176	176	172	174	174	173							
	堆肥	北海道	302	329	367	358	380	329	348	331	350	339	328	362	337	357	345							
		東北	424	458	504	493	520	458	481	460	484	470	456	498	467	492	477							
		北陸	348	379	422	412	437	380	401	382	403	390	378	417	388	411	398							
		関東	201	218	243	237	251	218	231	219	232	225	217	240	223	236	229							
		東海・近畿	180	197	221	215	229	198	209	199	211	203	196	218	202	215	207							
		中国・四国	220	239	266	260	275	239	253	240	254	246	238	263	245	259	251							
		九州・沖縄	222	243	272	265	282	243	258	244	259	250	242	269	249	264	255							
無施用	北海道	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33								
	東北	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97								
	北陸	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43								
	関東	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27								
	東海・近畿	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13								
	中国・四国	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27								
	九州・沖縄	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13								
4時間排除・間断灌溉	稲わら	北海道	171	172	188	198	206	192	193	201	203	203	201	194	197	198	197							
		東北	268	301	342	355	349	333	334	346	355	357	358	352	358	359	355							
		北陸	356	347	362	372	362	326	323	331	335	336	338	330	334	335	332							
		関東	111	123	144	157	157	145	145	149	151	152	153	150	152	152	151							
		東海・近畿	119	117	130	137	131	119	120	125	131	132	131	128	129	129	128							
		中国・四国	156	163	184	187	188	170	169	174	177	178	171	163	165	165	163							
		九州・沖縄	93	91	100	107	109	98	99	102	104	104	104	102	103	103	102							
	堆肥	北海道	167	183	205	200	212	183	194	184	195	189	182	202	188	199	192							
		東北	296	320	354	346	365	321	337	322	339	329	319	350	327	345	335							
		北陸	232	253	282	276	293	253	268	255	269	261	252	279	259	275	266							
		関東	138	150	167	163	173	150	159	151	160	154	149	165	154	163	157							
		東海・近畿	101	111	124	121	129	111	117	111	118	114	110	122	113	120	116							
		中国・四国	152	165	184	180	191	165	175	166	176	170	164	182	169	179	173							
		九州・沖縄	131	144	161	157	167	144	153	145	154	148	143	159	147	157	151							
無施用	北海道	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14								
	東北	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59								
	北陸	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22								
	関東	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16								
	東海・近畿	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6								
	中国・四国	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17								
	九州・沖縄	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7								

地域別水稲作付面積

表 5-46 地域別水稲作付面積（A）[kha]

項目		1990	1995	2000	2005	2010	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
中干し 延長なし	北海道	146	163	135	119	115	113	112	111	108	107	106	106	105	103	102
	東北	525	539	456	444	429	419	419	414	413	412	412	412	408	407	403
	北陸	258	260	221	218	213	215	216	214	213	212	213	213	212	211	210
	関東	386	390	336	331	322	324	323	322	320	318	316	314	312	310	308
	東海・近畿	261	264	217	208	199	198	196	182	179	177	178	177	176	174	172
	中国・四国	236	232	187	182	178	175	173	170	167	165	162	159	157	155	152
	九州・沖縄	246	251	207	206	202	203	201	199	196	195	192	192	190	188	186
	合計	2,058	2,098	1,758	1,708	1,657	1,647	1,639	1,609	1,597	1,586	1,579	1,572	1,560	1,549	1,531
中干し 延長あり	北海道	—	—	—	—	—	—	—	0	0	0	0	0	0	0	0
	東北	—	—	—	—	—	—	—	2	1	1	1	1	3	3	3
	北陸	—	—	—	—	—	—	—	0	0	0	0	0	0	0	0
	関東	—	—	—	—	—	—	—	0	0	0	0	0	0	1	1
	東海・近畿	—	—	—	—	—	—	—	11	12	13	11	12	11	11	11
	中国・四国	—	—	—	—	—	—	—	0	0	0	0	0	0	0	0
	九州・沖縄	—	—	—	—	—	—	—	0	0	0	0	0	0	0	0
	合計	—	—	—	—	—	—	—	13	14	14	12	13	15	15	15

（注）算定上では東海と近畿は1地域としてまとめられ計算されている
（出典）「耕地及び作付面積統計」及び「環境保全型農業直接支払交付金」

表 5-47 排水性割合 (f_D)

地域	4 時間排除割合	日排除程度割合	排水不良割合
北海道	51 %	42 %	7 %
東北	63 %	31 %	6 %
北陸	69 %	26 %	4 %
関東	59 %	32 %	9 %
東海・近畿	69 %	23 %	8 %
中国・四国	65 %	27 %	8 %
九州・沖縄	74 %	21 %	5 %

(出典)「第4次土地利用基盤整備基本調査」

表 5-48 水管理割合 (f_w)

地域	常時湛水田割合	間断灌漑水田割合
北海道	48 %	52 %
東北	5 %	95 %
北陸	4 %	96 %
関東	14 %	86 %
東海・近畿	11 %	89 %
中国・四国	8 %	92 %
九州・沖縄	7 %	93 %

(出典)「土壌由来温室効果ガス・土壌炭素調査事業」

稲わら施用から無施用への変換によるメタンの減少量試算 (東北地方) [日本国温室効果ガスインベントリ報告書2024年を編集]

稲わら無施用水田を普及拡大し、Jクレジットの対象とすることを検討する。
気候変動と生物多様性に貢献するシナジーモデルとする道を検討する。

東北区分からのメタン排出係数の無施用への変換による減少量 [日本温室効果ガスインベントリ報告書2024年を編集]

東北区分(2022年)	湿 田 傾 向						⇔	乾 田 傾 向					
	排水不良・常時湛水			排水不良・間断灌漑				4時間排除・常時湛水			4時間排除・間断灌漑		
	稲わら	堆肥	無施用	稲わら	堆肥	無施用		稲わら	堆肥	無施用	稲わら	堆肥	無施用
CH4排出係数[kg-CH4-C/ha/年]	739	700	175	711	673	153		506	477	97	355	335	59
無施用への変換による減少量	564	525		558	520			409	380		296	276	
無施用への変換による減少割合(%)	76%	75%		78%	77%			81%	80%		83%	82%	
東北区分(2021年)													
CH4排出係数[kg-CH4-C/ha/年]	746	720	175	718	693	153		504	498	97	359	345	59
無施用への変換による減少量	571	545		565	540			407	401		300	286	
無施用への変換による減少割合(%)	77%	76%		79%	78%			81%	81%		84%	83%	

表 5-49 我が国の有機物管理方法の割合 (f_o)

項目	1990	1995	2000	2005	2010	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
わら施用	63%	70%	71%	72%	74%	84%	85%	83%	82%	82%	82%	84%	83%	83%	84%
各種堆肥施用	17%	10%	9%	8%	9%	7%	6%	5%	6%	6%	6%	5%	6%	6%	5%
無施用	20%	20%	20%	20%	17%	9%	9%	12%	12%	12%	12%	11%	11%	11%	11%

(出典) 1990～2007 年値：「土壌環境基礎調査」

2008～2012 年値：「土壌由来温室効果ガス・土壌炭素調査事業」

2013～2014 年値：「農地土壌温室効果ガス排出量算定基礎調査事業」

2015 年以降：「農地土壌炭素貯留等基礎調査事業」

水田におけるメタン（CH₄）発生抑制のための圃場管理技術

環境に配慮した農耕地におけるガス発生抑制技術の開発

3.メタンの発生抑制技術の確立と圃場管理基準の策定

〔北海道〕 上川試験場 研究部 土壌肥料科（作成 平成12年1月）



• 1. 目 的

水田由来のメタンガス削減のための圃場管理技術を開発する。

稲わらの圃場内における酸化的分解の促進と間断灌漑などによる土壌還元の抑制、および土壌酸化容量の拡大や圃場縦浸透能の向上によるメタン発生抑制効果を検討し、水田由来のメタンガス削減のための圃場管理技術を開発する。

• 2. 方 法

1) 試験地：上川農試水田圃場（北海道）

• 3. 結果の概要

1. 稲わら処理

1) 秋収穫後に回収・搬出し、圃場還元しないのが最もメタン抑制に有効。

2) 稲わら施用するには、秋収穫後に回収し、堆肥化後に水田還元が望ましい。

3) 堆肥化が困難な場合は、秋すき込みを徹底。5～8cm深程度のU-列-混和。

窒素肥料や市販微生物資材の併用が分解促進に有効（図1,表1）。

2. 水稻栽培管理

1) 無代かき栽培=>メタン発生を抑制、圃場透水性改善にも有効(図2)。

2) 幼穂形成期前の中干処理はメタン発生削減にも有効。

• 3. 水田圃場基盤

1) 縦浸透が小さな（2mm以下）田では暗渠排水等の改善が必要。

2) 含鉄資材の施用および客土（鉄含量の高い土壌）



水田におけるメタン (CH₄) 発生抑制のための圃場管理技術

環境に配慮した農耕地におけるガス発生抑制技術の開発
3. メタンの発生抑制技術の確立と圃場管理基準の策定)

〔北海道〕 上川試験場 研究部 土壌肥料科 (作成 平成12年1月)

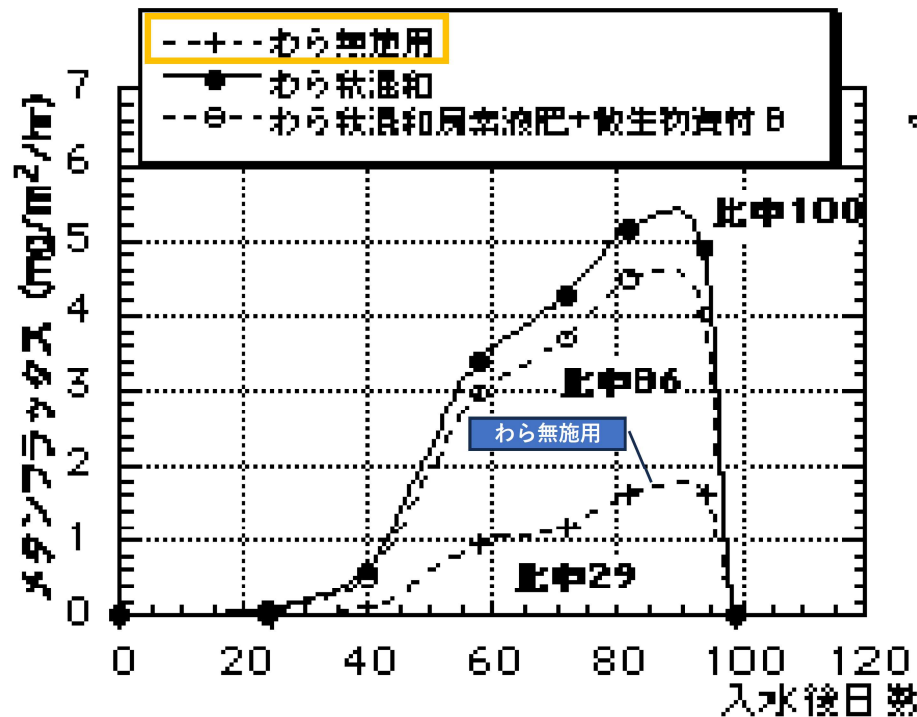


図1. 湛水期間のメタンフラックスに及ぼす
稲わらの腐熟化処理の影響 (1998年)

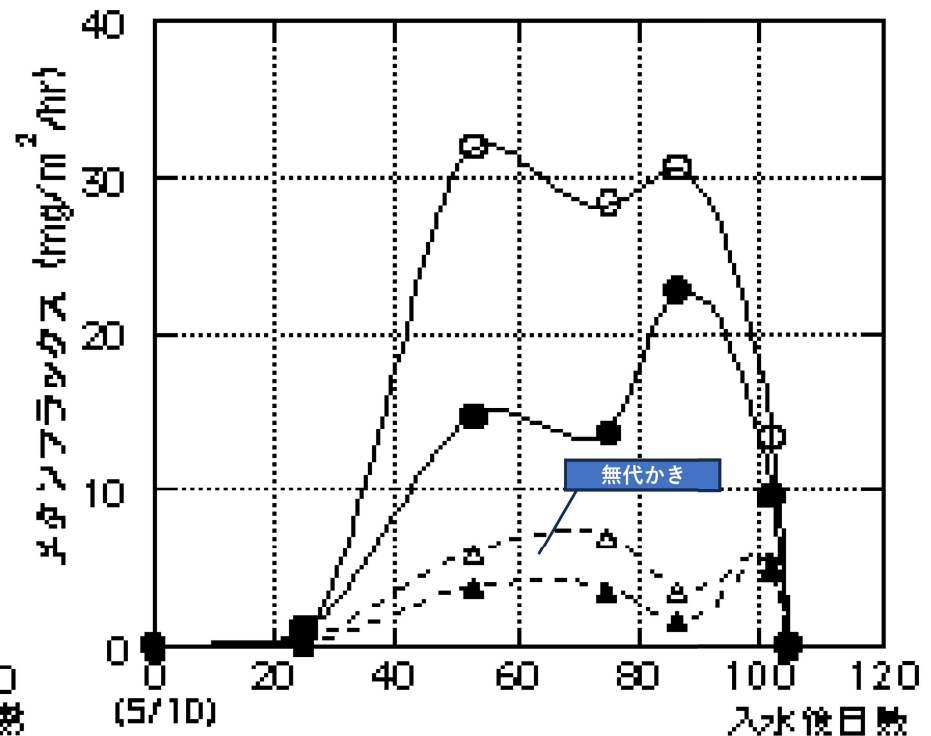
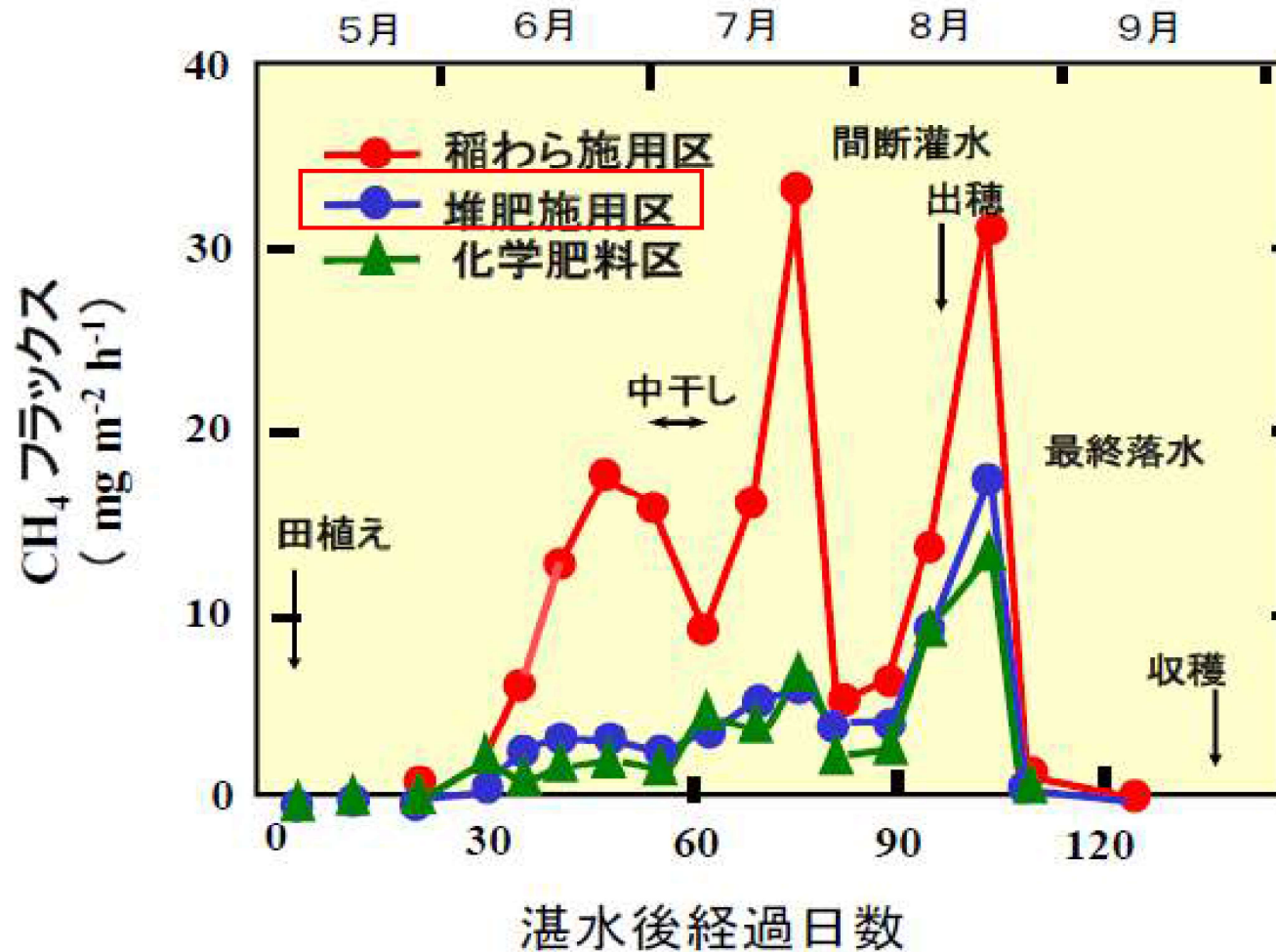


図2. 代かきの有無がメタンフラックス
に及ぼす影響 (1996年)

堆肥施用区でのメタン発生は 稲わら施用区よりも大幅に小さい

水田メタン発生抑制のための新たな水管理技術マニュアル～環境にやさしい水田水管理～（改訂2版）
（平成24年8月、独立行政法人農業環境技術研究所）



有機物管理による水田からのメタン発生抑制 (Yagi et al. 1990)

稲わら処理の違いによりメタン発生の変動

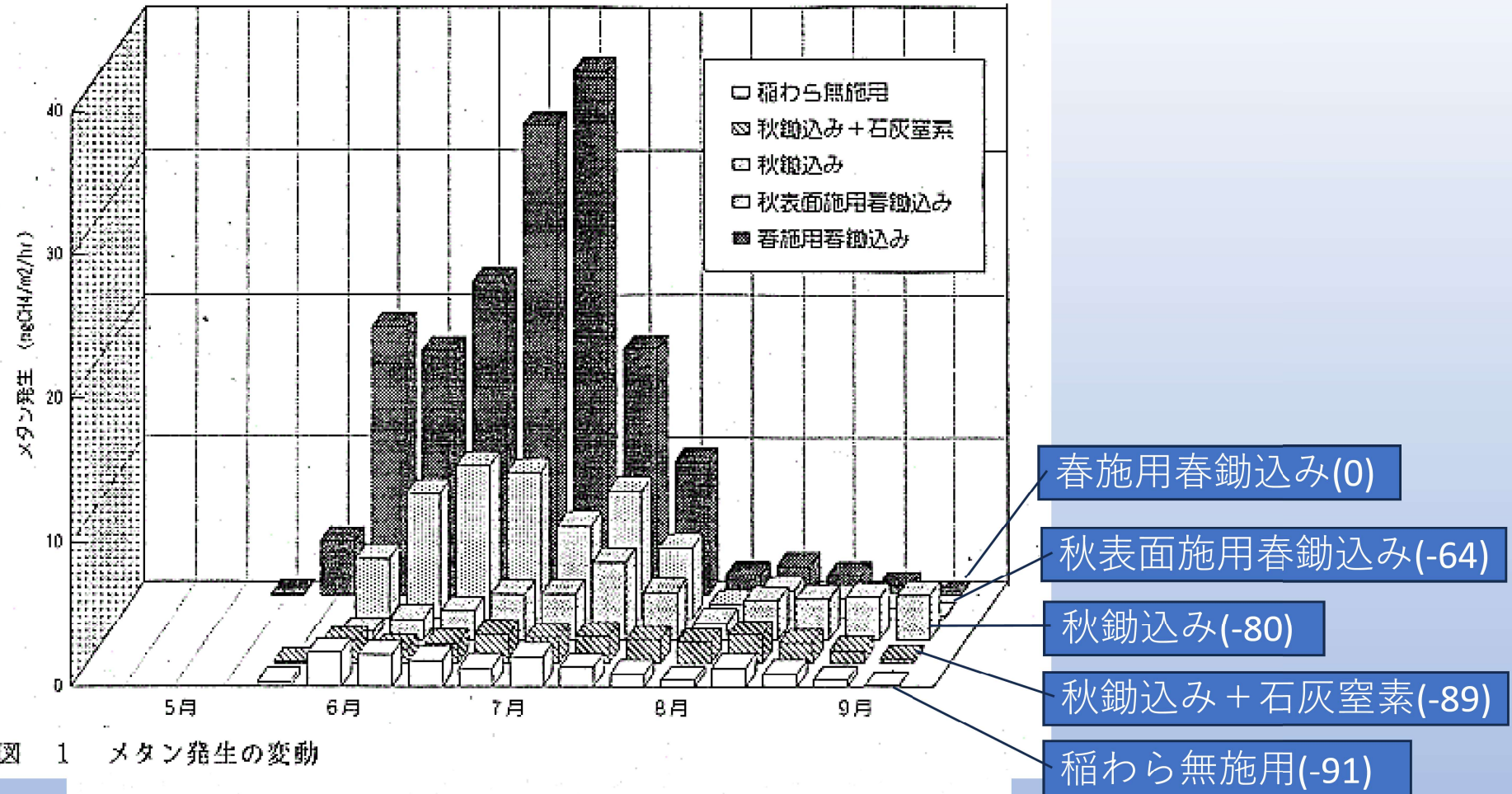


図 1 メタン発生の変動

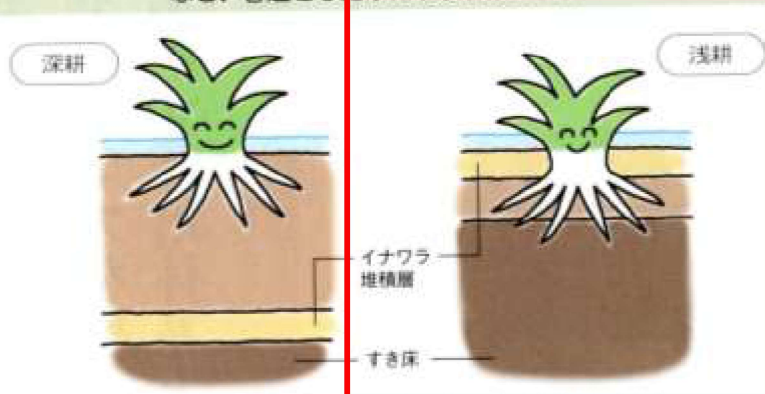
表 1 総メタン発生量 (gCH₄/m²)

処理区	稲わら無施用	秋鋤込み+石灰窒素	秋鋤込み	秋表面施用春鋤込み	春施用春鋤込み
6/11~7/8	1.14 (41)*	0.82 (25)*	0.96 (16)*	4.68 (43)*	12.41 (41)*
7/9~8/11	1.09 (39)*	1.46 (44)*	3.00 (48)*	5.31 (49)*	16.89 (56)*
8/12~9/14	0.58 (21)*	1.05 (32)*	2.23 (36)*	0.91 (8)*	1.00 (3)*
total	2.81 (-91)**	3.33 (-89)**	6.19 (-80)**	10.89 (-64)**	30.30 (0)**

*) totalに対する割合 (%)

**) 春施用春鋤込み区の値に対する減少割合 (%)

なぜ、春起こしだけでもうまくいく？



ブラウなどの深耕では根のかなり下に、浅耕では上にイナワラがあり、田植え後に分解が進んでも害が出にくい

イナワラ分解の
コナーがたぐさん



千葉さんの春起こし（4月上旬）。作業後も多くのイナワラが田面に残っている（泥炭土で水はけは悪い）（Y）

秋起こししないやり方を詳しく
三木さんの話を聞き、
イナワラの分解には微生物が働

秋起こしせず、春にブラウなどで深耕する場合は、イナワラがイネの根よりかなり深くに位置することになる。その位置に根が届くころには、イネの生育も十分に進んでいて酸化解力が上がり、還元害にもなんとか対抗できるといわけだ。



Q 秋起こしせずにもうまくやる方法はある？
A 生育初期に、根の周りにワラを入れないのが大事
生産現場で見聞きするなかで、春耕だけでも問題が生じずに、イネが順調に生育しているところもあります。おそらく、何らかの方法で異常還元を回避しているはずだ。
まず考えられるのは、早春の耕転だけでもイナワラの分解が十分に進んだこと。平坦な温暖地などでは、春耕転ですき込んでからでも田植えまでに十分な積算温度がとれる可能性があります。
あるいは、耕転方法の工夫が考えられます。春に極端な浅耕や深耕（ブラウやディスクロータリなど）をして、異常還元害を受けやすいイネの初期生育期間に、根のまわりに未熟なイナワラがない状態にする方法です。ただし浅耕では代かき時の浮きワラが、深耕では夏場のガスが問題になる場合があります。浮きワラはワラが浮きにくい浅水代かきを1回だけするか、夏場のガスは水を落としてガス抜きするなど、それぞれの対策が必要です。

きやすい田んぼを目指すことが重要だとよくわかった。また、そのために秋起こしは有力な方法だが、ほかにもイナワラによる還元害を避けるワザもありそうだ。
じつはこれまで本誌でも、秋起こしをしない栽培方法をたびたび紹介してきた。どうしてそれでうまくいくのかを、2024年3月9月号で掲載した千葉伸一さんのやり方をもとに、もう少し具体的に考えてみたい。
千葉さんは宮城県登米市でササニシキを半不耕起で無農薬栽培している。9月のイネ刈り後は春起こしまでまったく田んぼに入らないが、それでも慣行と同じぐらいの反収（8510俵）をとっている。
4月上旬に耕起する前の田んぼを見ると、稲株がほぼそのままの状態に残っている。春起こしの耕深はたったの4cm。耕起後でもイナワラは土の深いところには広がらず、田面や土中表層にとどまる。こうすると、イナワラの分解がイネの根より上で進むことになるため、ガス害が出にくいのではないかと三木さんはいう。
秋起こしせず、春にブラウなどで深耕する場合は、イナワラがイネの根よりかなり深くに位置することになる。その位置に根が届くころには、イネの生育も十分に進んでいて酸化解力が上がり、還元害にもなんとか対抗できるといわけだ。

メタン発生量に関連する要素

- 稲ワラ施用量（水田にすき込まれる量）
 - メタン発生の主要原因
 - （稲わら）無施用水田はメタン発生量が極端に少ない
- ワラの処理法：堆肥化<表層処理<<深層処理
- 地域（地温）によるメタン発生量の違い：
 - 北は多く（地温低い）、南は少ない（地温高い）。
- 地温（気温）15度で微生物によるワラ分解が始まる。
- 水田土質（排水良/不良）：排水良=>メタン抑制
- 代かきの有無：無代かき=>メタン抑制

水田土壌中の メタン生成菌とメタン酸化細菌

- メタン生成菌（メタン生成古細菌）
 - メタンを生成
 - 嫌気的環境下で増殖（絶対嫌気性細菌）（無酸素）
 - 湛水下的水田や湖沼の底泥等に生息
- メタン酸化細菌
 - メタンを酸化する
 - 絶対好気性細菌（有酸素）
 - メタンが発生する水田や湖沼のような環境の所に生息
- 大気中へ放出されるメタンの量
 - メタン生成活性とメタン酸化活性の相対的活性の結果
- $〔放出メタン〕 = 〔生成メタン〕 - 〔酸化メタン〕$

水田土壌中のメタン生成・酸化細菌の特徴と生態

Ecology and Characteristics of Methanogens and Methanotrophs in Paddy Soil
武田潔 (Microbes and Environments Vol. 13, No. 1, 39-44, 1998)

- 熱帯地域の水田でも,日本の東北,北海道地域の水田でも **メタン酸化細菌** の菌数は変わらなかった。
- また無肥料栽培の水田と堆肥施用水田でもほぼ同じ菌数であった。
- **水稻根に付着するメタン酸化細菌**が根のまわりの土壌と同じかそれよりも多く計数された。

【メタン放出の制御】

- **水田のメタンは水稻根, 茎を通して大気中へ放出される。**
- **水稻を栽培しない水田からはメタンの放出がほとんど無く**
- **水稻根と茎下部はメタン酸化活性が高く, メタン酸化細菌が多数生息する**
- **根と茎下部はメタンが集まる所でもあり, メタンが消費される所でもある。**

以上のことを総合して考えると

- **水稻根部に集められるメタンが水稻根, 茎下に特異的に生息するメタン酸化細菌に消費されれば、大気中へ放出されるメタンを減少させることができる**

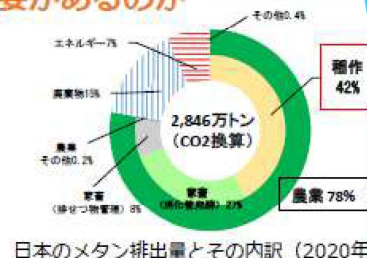
水田からのメタン排出削減のため 中干し期間の延長、秋耕等を支援します！

「みどりの食料システム戦略交付金のうち
グリーンな栽培体系への転換サポート」



1.なぜ水田からのメタンを減らす必要があるのか

- ・温室効果ガスの一つであるメタンはCO₂の約25倍の温室効果がある。
- ・水田からのメタン排出は日本のメタン排出の約40%を占める。



水田での取組で温室効果ガスの大幅な削減が必要！

2.どうすれば削減できるのか

- ・水田からのメタンは土壌中のメタン生成菌によって①水を張った条件で②有機物を原料に作られます。



①の対策
中干し期間を慣行から1週間程度延長すれば、メタン生成菌の活動を抑えメタン発生が減少！



②の対策
秋のうちに稲わらをすき込めば、湛水前に分解が進みメタン発生が減少！

3.メタン排出削減の取組のメリット

- ①中干し期間の延長
 - ・登熟歩合が向上し、タンパク質含量が低下するなど、収穫したコメの品質向上が示されています。
 - ・新たな作業は発生しないので、少ない労力負担で取組可能です。
- ②秋耕
 - ・冬の間に稲わらの分解が進むことで「わき（湛水時のガス発生）」や窒素飢餓の防止になり、初期成育の確保につながります。
 - ・ひこばえや雑草を抑制することで、病害虫や獣害対策にも有効です。

農林水産省

(R5.4)

4.具体的な支援内容

(1) 支援対象

農業者、農業協同組合、都道府県等を含む協議会、都道府県※、市町村※
※農業者又は農業協同組合（農業者も参加）に加え、都道府県農業改良普及事業に業に参加すること。

(2) 支援の内容

「環境にやさしい栽培技術」を取り入れた「グリーンな栽培体系」への転換を支援するため、産地に適した技術を検証し、定着を図る取組として下記の取組

※上限額300万円（2つの環境にやさしい栽培技術の取組（例えばメタン排出削減と炭素貯留（バイオ炭））を同時に行う場合は360万円）

※下記のとおり全ての取組を行うことを必須とする

- グリーンな栽培体系の検証
- グリーンな栽培マニュアルの作成
- 産地戦略の策定
- 情報発信
- 検討会の開催

(3) 交付対象経費

(2)に必要な検証（場・機械・施設の借上経費、資材購入費、データ分析のための委託費、検討会開催費等）

(4) 配分時のポイントの考え方

取組内容や産地戦略の目標に合わせてポイント（最大28pt）がつけられ、上位者より配分以下は、水稻でメタン削減の取組を行う場合のイメージ

環境負荷低減の取組（上限15pt）

取組数に応じて最大13pt

例：中干し期間の延長、秋耕のいずれか1つの取組で11pt、両方の取組で13pt

他の環境にやさしい栽培技術と併せた取組で2pt

例：化学肥料の使用量低減



▲中干し期間の延長



▲秋耕

省力化に資する技術（上限9pt）

省力化度合いに応じて3～9pt

例1：水管理システムの導入により、水管理にかかる時間が35%以上減少で9pt

例2：乾田直播の導入により、播種・育苗にかかる時間が5%以上10%未満減少で3pt



▲自動水管理システム



▲乾田直播

普及面積（上限4pt）

水稻では70ha以上の拡大（目標年次までに）で4pt

※この他、みどりの食料システム法に基づく特定区域での取組である場合や、協議会の構成員等が環境負荷低減事業活動実施計画等の認定を受けている場合等にポイントを加算（最大20pt）

(5) 参考情報

水田メタン発生抑制のための新たな水管理技術マニュアル



「みどりの食料システム戦略」技術カタログ



農林水産省 農産局 農業環境対策課

担当：土壌環境保全班

03-3593-6495

農産局 穀物課

担当：企画2班

03-6744-2010

農林水産省

www.maff.go.jp



J-クレジット制度を活用して 稲作の「中干し期間延長」 に取り組んでみませんか？

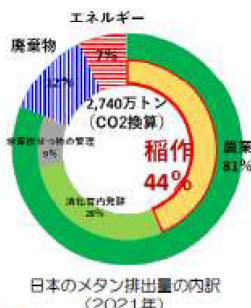
簡易版

J-クレジット制度とは

温室効果ガスの排出削減量を国が「クレジット」として認証する制度です。農業者の皆さんは企業等にクレジットを販売し、収入を得ることができます。

➤ 稲作と温室効果ガスって関係あるの？

- ・水田に水を張ると、土壌中の微生物が温室効果ガスのメタンを発生させてしまいます。その量は日本全体で発生するメタンの4割にもなります。
- ・中干しの期間を従来より1週間延長することで、このメタンの発生量を3割も削減できます。



➤ どうやって取り組んだらいいの？

(1) 事前準備

まずはこの3つの記録を用意！

- ① 中干しの実施日数 (直近2か年分)
- ② 稲わらの持ち出し量 (直近の稲作分)
- ③ 堆肥の施用量 (直近の稲作以降)

重要ポイント！

(2) 取組実施

- (1) 事前準備の①2か年の平均実施日数より7日間長く中干しを実施します。取り組んだ圃場については、以下の情報の記録が必要です！
- ① 中干しの実施日数 (開始・終了日)
 - ② 出穂日
 - ③ 稲わらの持ち出し量・堆肥の施用量 など

(3) クレジット取得

➤ 詳細はこちら

J-クレジット
制度について



お問い合わせ先

【本省担当】

(J-クレジット制度全般について)

大臣官房農政第一課

【J-クレジット制度の取組について】

農林水産省 農林水産部 農業環境対策課

電話番号: 050-3173-8916

メールアドレス: help@jcre.jp

「中干し延長」
取組の手引き

印刷用紙

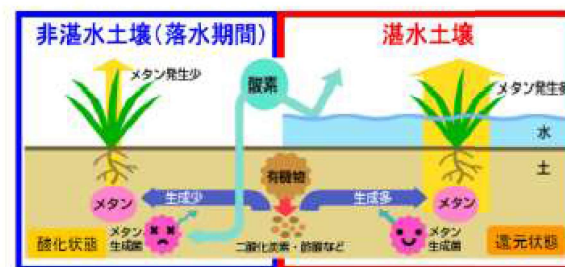
ダイヤルイン: 03-3593-6495

最も効果が期待できる「稲わら無施用」

農林水産省

➤ 水田で発生するメタンとは？

- ・水田では、水を張った状態で活発に働くメタン生成菌が、土壌中の有機物を原料に、温室効果ガスであるメタンを発生させます。
- ・中干しの期間を従来より1週間延長すれば、メタン生成菌の働きが抑えられ、メタン発生量を3割低減することができます。



(図の出典: つくばリサーチギャラリー)

プログラム型と支援策

- ・農協、自治体等が取りまとめて取組を登録するプログラム型であれば、個々の農業者の負担が低減できるほか、柔軟に会員や農地を追加できるなどのメリットがあります。
- ・プログラム型プロジェクトには、取りまとめ団体への専門家派遣やプロジェクト計画書の作成支援の仕組みがあります。



➤ いくら収入になる？

- ・得られるクレジットの量は、水田の所在地域・排水性・施用有機物により異なります。また、クレジット単価は購入者との相対取引で決まります。
- ・モデルケース(排水性が十分良い水田で、前作の稲わらを全量すき込んでいる場合)の試算では、地域により1,000円~3,600円/10a程度の収益を想定しています。(森林系クレジットと同様に、10,000円/tCO2で販売できた場合。)

➤ 連続7日間の中干し延長が不安な場合は

- ・グリーンな栽培方法(すき込まない)は、対象にならない

地域の一部の水田に地域の一部の農業者が取り組むことができます。

- ・「省力化に資する先端技術等」として、自動水管理システムや、生産管理記録作成の手間を軽減する営農支援アプリの導入等を組み合わせて実証できます。

① 地域の一部の水田 ② 地域に広げ、で、グリサボで実証 J-クレジットに参加

中干しの「前倒し延長」は、 メタン削減効果は高いが、 生物多様性への影響も深刻 (カエルが消える?)

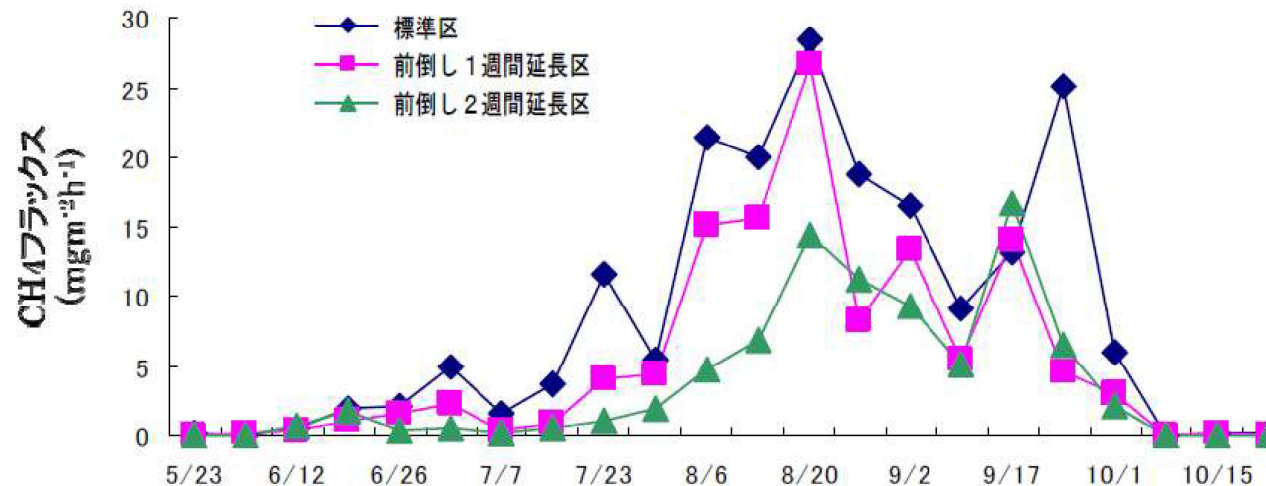


図2 水稻栽培期間中のメタン発生の推移. 水田の中干し期間延長によるメタン発生削減実証試験（平成20年、福島県農業総合センター・郡山市）. 慣行の中干し（2週間）を行った標準区に比べ、中干しの開始を1週間または2週間前倒しして延長した処理区（前進1週間区、および前進2週間区）でのメタン発生が効果的に削減されました.

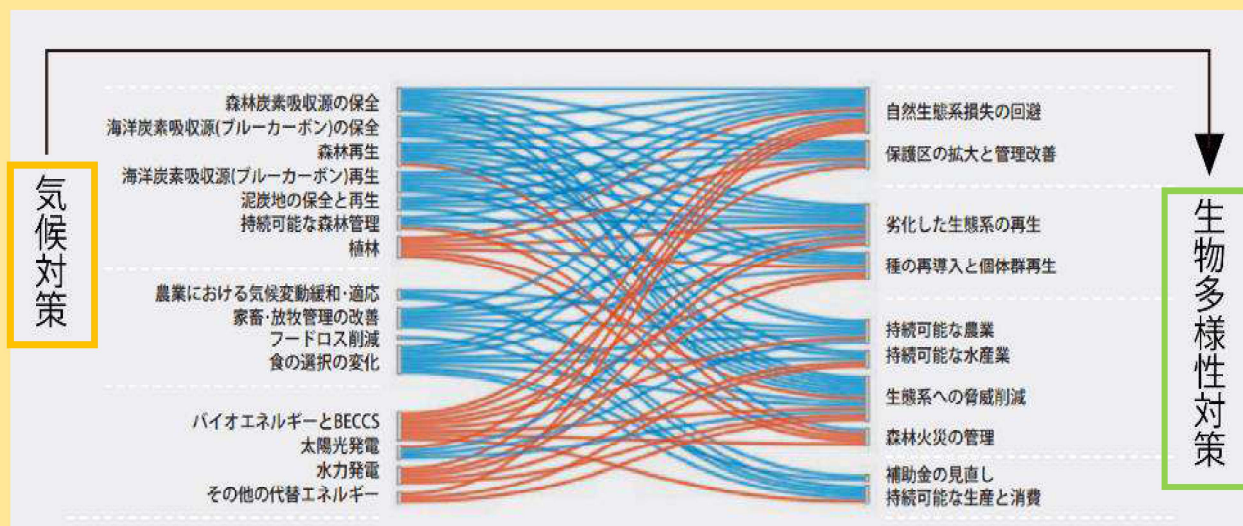
水田メタン発生抑制のための新たな水管理技術マニュアル～環境にやさしい水田水管理～（改訂2版）
（平成24年8月、独立行政法人農業環境技術研究所）

中干し延長の問題点

- 水田農業は湿地生態系を持続可能に利用するシステムで、生物多様性はその基盤として欠かせない。このことは日韓政府がラムサール条約COP10(2008)で提案し、採択された、水田決議X.31: (湿地システムとしての水田の生物多様性の向上)に示されている。
- 生物多様性の保全と気候変動対策は共に不可欠な課題だが、中干し延長は生物多様性と二律背反(トレードオフ)になっており、可視化が難しい生物多様性を更に劣化させる。
- **メタン抑制のための、中干し延長は以下の問題をはらんでいる。**
 - 水田を長期にわたり乾かすことにより、湿地としての水田生態系に依存し持続可能な農業を支えている多様な生物に重大な影響を与える。(例; オタマジャクシなど。特に前倒しの延長は最悪。)
 - 湿地の植物である稲自体の成長を阻害する。近年高温水不足の夏が多い。
 - イネがカドミウムなどを吸収し、重金属汚染を起こす可能性が高まる。
- **中干し延長によるメタン抑制とJクレジットの問題点**
 - メタンの発生源となる生ワラをすき込み、そこから発生するメタンのうち、中干し延長により抑制された部分に対し、Jクレジットの対象とする制度設計自体に問題がある。
 - 根本的なメタン抑制対策とはならない。メタンの発生源となる生ワラをすき込まず、無施用とする行為に対してJクレジットの対象とすべき。
 - 生物多様性への配慮(調査も含め)が見られず、トレードオフとなっている。
- **生物多様性との相乗効果が期待できる施策への切り替えが必要**
 - 生ワラをすき込まない農法(ワラの無施用を重点支援の項目に含める)
 - 生ワラを深くすき込まず、表層(不耕起含む)または浅耕(4cm程度)で好气的状態で分解させる。
 - メタンを減らすメタン酸化細菌が活動しやすい環境を整える。
- 大気中へのメタンの放出量
= [メタン生成量(メタン生成菌)] - [メタン酸化量(メタン酸化細菌)]
- メタン酸化細菌(好気性の菌)が増えれば、メタンの発生量は抑制される。

気候変動緩和策と生物多様性保全策が相互に及ぼす影響： 正の影響（相乗効果）と負の影響（トレードオフ）

「生物多様性と気候変動IPBES-IPCC合同ワークショップ報告書」IPBES、IPCC2021年



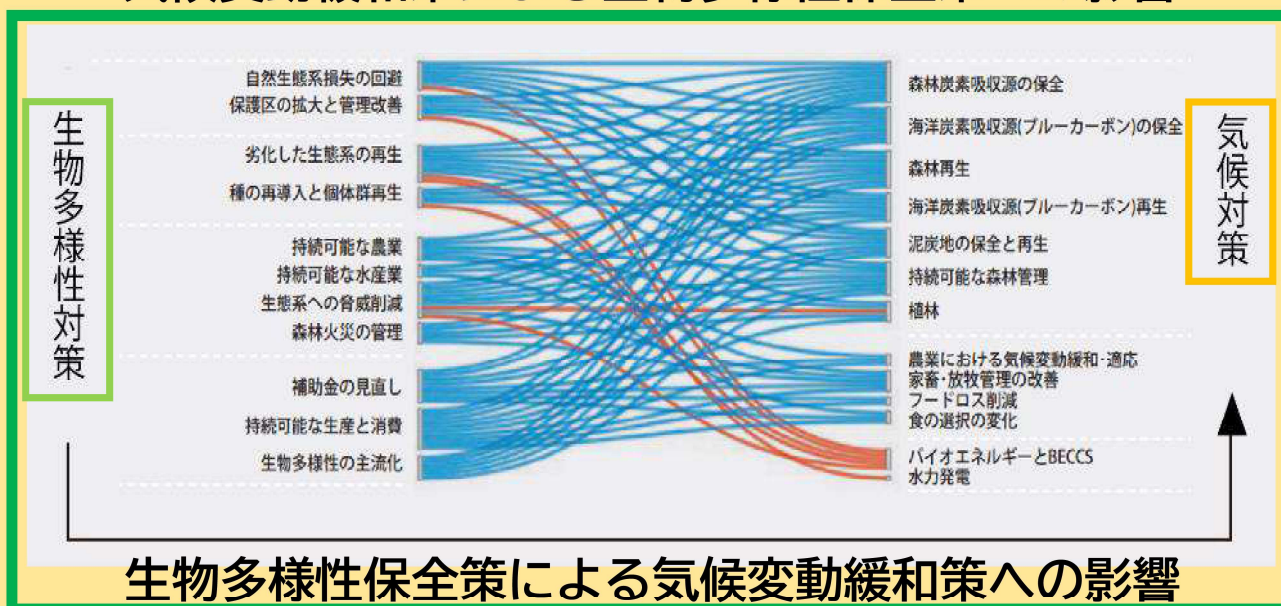
気候変動緩和策による生物多様性保全策への影響

●青色の線：
正の影響（相乗効果）

●赤色の線：
負の影響（トレードオフ）

国際機関（IPBES*）の報告書では、気候変動緩和策を優先した場合は、生物多様性保全策に悪影響を及ぼすものが多く（右図上段、赤線）、生物多様性保全策を優先した場合は、気候変動緩和策に悪影響を及ぼすものが少なく相乗効果が得られやすい（右図下段:青線）ことが示されています。

*「生物多様性と生態系サービスに関する地球規模評価報告書」IPBES、2019年



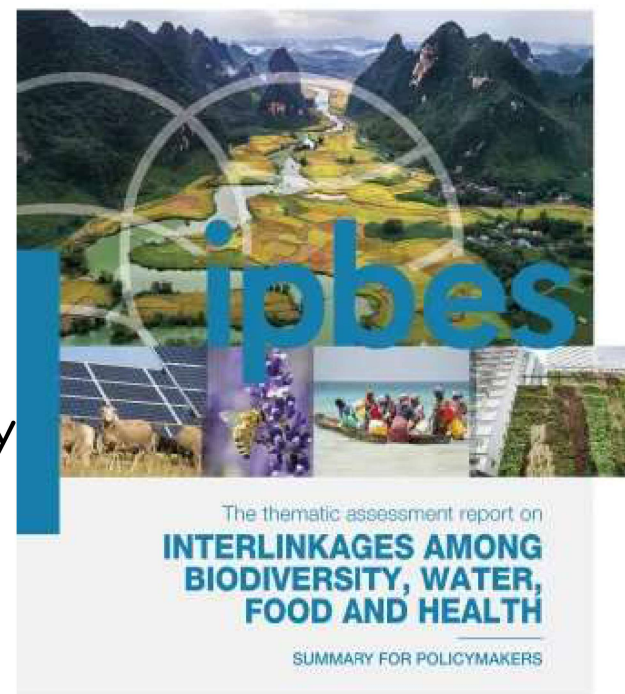
生物多様性保全策による気候変動緩和策への影響

IPBES Nexus Assessment Report 2024

包括的な政策立案が重要
相乗効果を最大化し、トレードオフを管理する

「IPBES(イプベス)」:

「生物多様性および生態系サービスに関する政府間科学・政策プラットフォーム」(Intergovernmental science-policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services)
気候変動に関する政府間パネル「IPCC」の生物多様性版
生物多様性と生態系サービスに関する動向を科学的に評価し、科学と政策のつながりを強化する国際組織。



昨年12月に新しく発表された報告書は、それぞれ『ネクサス』と『社会変革』をテーマにまとめられています。

『ネクサス』では生物多様性、水、食料、健康、気候変動の5つの危機の相互連関や影響について、『社会変革』では自然の損失を回復に向かわせる際の障害や乗り越え方、良い取り組み事例について分析

包括的な政策立案が重要 相乗効果を最大化し、トレードオフを管理する

気候変動と生物多様性の相互影響

- ✓ 生物多様性、気候変動、人間の豊かさの課題・取組は、密接に関連している。

➡ 国際的な議論の動向や、生物多様性・気候変動・人間の豊かさが互いにもたらす影響についてはP5～P17を参照

気候変動対策と生物多様性保全策の関係

- ✓ 生物多様性保全策の多くは緩和策に正の影響（またはシナジー・コベネフィット）を及ぼすが、負の影響（またはトレードオフ）を及ぼすものもある。

➡ 緩和策に正の影響／負の影響をもたらすと考えられる対策については、P19を参照

- ✓ 気候変動対策には生物多様性保全策に正の影響を及ぼすものも、負の影響を及ぼすものもある。

➡ 生物多様性保全策に正の影響／負の影響をもたらすと考えられる対策については、P21を参照

どのような対応が必要か

- ✓ 対策による負の影響については、リスクの回避やコベネフィットの獲得により対応が可能。そのためには、包括的な政策立案が重要。

➡ 包括的な政策立案の重要性については、P27～P31を参照

- ✓ 「可能にする条件」は、シナジーを最大化しトレードオフを管理するための鍵となる。

➡ 可能にする条件の詳細については、P32～P38を参照

地球規模評価で登場した重要概念

Nexus

- ・定義：生態系の構成要素と人間による利用の相互関係性……個々の構成要素だけを見るのではなく、複雑なシステムの機能、生産性、管理を考慮する……
- ・ネクサスアプローチにより、持続可能な開発目標や生物多様性の目標との間の相乗効果やトレードオフに同時に対処できる。……

過去・現在

生物多様性、水、食料、健康、気候変動の関係は、ポジティブにもネガティブにもなり、連鎖する。

未来

すべてが100点満点の未来を実現することは難しいが、すべての改善点を同時に達成することは可能。

IPBES Nexus Assessment Report 2024

包括的な政策を立案し、
相乗効果を最大化し、トレードオフを管理すれば
課題の同時解決は可能

Figure SPM.5, Panel A

シナリオタイプ	ネクサス要素への影響				
	 生物多様性	 水	 食料	 健康	 気候変動
自然志向型 ネクサス	▲▲	▲▲	▲	▲	▲▲
バランス型 ネクサス	▲	▲	▲▲	▲▲	▲
生態系保全 ファースト	▲▲	～	▼▼	～	▲
気候変動緩和 ファースト	▼●	～	▼▼	▲	▲▲
食料ファースト	▼▼	▼	▲▲	▲	▼▼
自然の搾取	▼▼	～	▼▼	▼	▼▼

▲▲ とてもポジティブ

▲▲ 中程度にポジティブ

▲ ややポジティブ

～ いろいろ

▼ ややネガティブ

▼▼ 中程度にネガティブ

▼▼ かなりネガティブ

52論文の186シナリオから分類したもの



ご清聴ありがとうございました