

# 中干し期間の延長によるメタン発生量の削減効果

山形県農林水産部  
塩野 宏之

## はじめに

近年、地球温暖化が進行しており、1900年代からみると日本の年平均気温は100年あたり1.30°Cの割合で上昇している（気象庁HP）。さらに、気候変動も顕在化しており、例えば、「ゲリラ豪雨」の発生回数も増加傾向にある。気象庁によれば、2013～2022年の10年における1時間降水量が50mm以上の降雨の年間平均発生回数は、統計期間の最初の10年間（1976～1985年）の年間平均発生回数に比べ約1.5倍に増加しており（気象庁HP）、豪雨による災害が激甚化している（農林水産省2020）。

近年の地球温暖化は、人為的な活動に由来する温室効果ガスの大気中濃度の上昇が一因であるとされる。産業革命以降、人為起源の温室効果ガスの排出量は年々増加しており、2019年における世界の温室効果ガス排出量は約335億トン（CO<sub>2</sub>換算）となっている（日本エネルギー経済研究所 計量分析ユニット2022）。また、気候変動に関する政府間パネル（IPCC：Intergovernmental Panel on Climate Change）によれば、2010年の世界の温室効果ガス排出量の内訳は、二酸化炭素（CO<sub>2</sub>）が最も多く、全体の78%を占めている。次いでメタン（CH<sub>4</sub>）が16%、一酸化二窒素（N<sub>2</sub>O）が6.2%、フロン類が2.0%となっている（IPCC 2014）。これらのガスは、その種類によって温

室効果への影響が異なり、同じ重量の二酸化炭素に比べメタンは23倍、一酸化二窒素は265倍、フロン類は4倍～数万倍温室効果へ対する寄与が大き（IPCC 2014）、この係数を地球温暖化係数（GWP：Global Warming Potential）という。各温室効果ガスの排出量（CO<sub>2</sub>換算）は、それぞれのガスの排出量とGWPから算出される。

我が国の温室効果ガスの総排出量を見ると、2019年は12億1,210万トン（CO<sub>2</sub>換算）となっており、そのうち農林水産分野における温室効果ガスの排出量は全体の約4.0%を占めている（温室効果ガスインベントリオフィス2023）。2019年の我が国の農林水産分野における温室効果ガスの排出量（CO<sub>2</sub>換算）は約4,700万トンとなっており、その内訳をみる

と、メタンが46.2%と最も多く、次いで二酸化炭素34.1%、一酸化二窒素19.7%となっている（農林水産省2021）。そのため、農林水産分野から排出される温室効果ガスを削減するためには、施設園芸の省エネルギー化や流通の効率化による二酸化炭素排出量の削減、施肥の適正化等による一酸化二窒素の削減等とともに、最も温室効果への寄与が高いメタン発生量の削減が重要である。

我が国の農林水産分野におけるメタンの発生量は、稲作由来のものが最も多く、次いで家畜の消化管内発酵、家畜排せつ物からの発生となっている（図-1）。稲作におけるメタンの発生は、イネの生育期間の大部分が湛水条件下で栽培されることに起因する。水田では湛水後、土壌の還元が進行し、

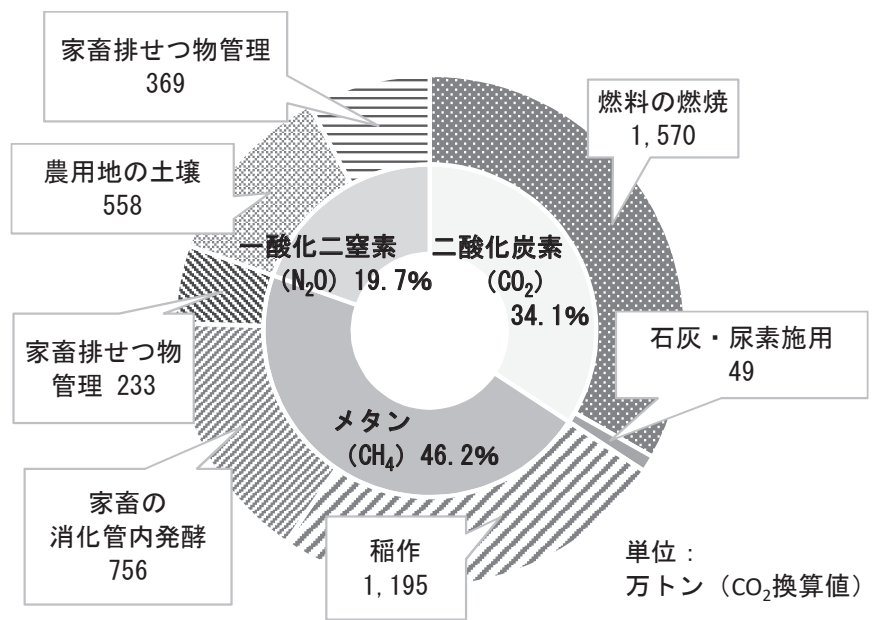


図-1 我が国の農林水産分野から排出される温室効果ガス（2019年）  
（農林水産省資料より作成）

表-1 湛水状態の土壤中における微生物代謝の段階的進行

湛水後の過程日数	物質の変化	開始時期の土壤Eh (mV)	微生物の代謝形式
初期 ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ 後期	物質状酸素 (O <sub>2</sub> ) の消失	+600~+500	酸素呼吸
	硝酸 (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) の消失	+600~+500	硝酸還元
	Mn <sup>2+</sup> の生成	+500~+300	(マンガンの還元)
	Fe <sup>2+</sup> の生成		(第2鉄の還元)
	硫化水素 (H <sub>2</sub> S) の生成	0~-190	硫酸還元
	水素 (H <sub>2</sub> ) の生成	-150~-220	発酵
メタン (CH <sub>4</sub> ) の生成	-150~-190	メタン発酵 (炭酸還元を含む)	

高井康雄1960. 水田土壤の還元と微生物代謝 (5), 農業技術 16, 213-216. より。

土壤の還元は酸化還元電位 (Eh) の低下により観測される。水田土壤の還元と物質の変化については、高井 (1961) が報告している。それによれば、水田が湛水されると、最初に土壤中の分子状の酸素 (O<sub>2</sub>) 及び硝酸 (NO<sub>3</sub>) が消失し、次いでマンガン及び鉄が還元される (Mn<sup>4+</sup> (Mn<sup>3+</sup>) → Mn<sup>2+</sup>, Fe<sup>3+</sup> → Fe<sup>2+</sup>)。その後、硫化物 (硫化水素: H<sub>2</sub>S) が生成され、還元の後期にメタン (CH<sub>4</sub>) が生成される (表-1)。土壤中に存在するメタン生成菌は絶対嫌気性菌であり、酸素がない条件で土壤中の有機物をエサにして、活発にメタンを生成する。

水田からのメタン発生量を削減する方法として、これまでいくつかの技術が開発されており、その方法には、大きく2つの考え方がある。一つ目は、メタン生成菌のエサとなる有機物を減らすことである。イネの収穫時にコンバインによって裁断、散布され、翌年の湛水後にメタン生成菌のエサとなる稲わらを、できるだけ湛水前に好気的な条件下で分解させるため、石灰窒素の秋散布 (三浦ら 2003) や秋耕 (後藤ら 2004; 塩野ら 2016) 等が行われている。二つ目は、メタン生成菌が活動しないように土壤への酸素供給量を増やすことであり、具体的な手法として、中干し (Yagi *et al.*, 1996) や田畑輪換の導入 (蓮川ら 2019; 塩野ら 2016) 等がある。

中干しは、稲作の基本的な栽培技術

として古くから行われており、水田を一時的に落水し、土壤に酸素を供給することで土壤中の有害な有機酸や硫化水素の発生を抑えてイネの根を健全に保つとともに、土壤中の窒素を脱窒させてイネの窒素吸収を抑制し、過剰な分げつを抑制させる (農山漁村文化協会 1982)。さらに、Ito ら (2011) は、山形県を含む国内9地点で中干し期間を慣行に比べ3~14日延長することで、メタン発生量が慣行に比べ減少する事例が多く、その場合の精玄米収量が慣行と同等からやや減少するが、登熟歩合が向上し、玄米粗タンパク質含有率が低下すると報告している。

メタン発生量の削減技術のうち、中干し期間の延長は追加コストを必要としないことから、生産者にとって取り組みやすい技術と考えられる。しかし、Ito ら (2011) はメタン発生量の削減効果と収量・品質への影響については報告しているものの、イネの生育、土壤環境へ及ぼす影響については述べていない。仮に、慣行より早い時期に中干しを開始する場合、従来の指針とは異なる生育量 (茎数) で中干しを開始する可能性があるため、慣行栽培との生育量の違いを明らかにする必要がある。そのため、中干し期間の延長をメタン発生量の削減技術として広く普及させるためには、それぞれの地域において、中干し期間の延長がイネの生育と土壤環境 (特に土壤水分) にどのような影響を及ぼすのか、また、慣行裁

培とのメタン発生量、収量、品質の違いを明らかにし、メリットとデメリットを生産者へ周知し、啓発していく必要がある。

そこで、本稿では、日本海側積雪寒冷地に位置する山形県の水田において、中干し期間の延長がメタン発生量、イネの生育、収量、品質、土壤環境に及ぼす影響を調査した結果について報告する。なお、詳細は塩野ら (2019) が報告しており、そちらも参照されたい。

## 1 試験の概要

試験は2008年、2009年に山形県農業総合研究センター (山形県山形市、土壤型は細粒灰色低地土) で水稻品種「はえぬき」を用いて行った。当該地域の水田では、4月下旬に耕起し、5月上旬から中旬に湛水、代かきを行い、5月中旬から下旬に苗 (主に稚苗) を移植する。移植後は3~5cm程度の湛水状態を保ち、分げつ数が必要穂数の80~90%になった時点で中干しを行う。中干しの強さは土壤表面に小ヒビが入る程度とする。中干し期間は通常7~10日間程度で、山形県では6月下旬から7月上旬に実施されることが多い。中干し終了後は数日湛水、数日落水を繰り返す間断灌漑が基本となる。品種により違いはあるものの、概ね7月下旬から8月中旬に出穂し、その後は8月下旬から9月上旬に水尻を解放して最終落水を行い、9月中

表-2 試験区の構成

年次	区名	中干し期間			
		月日	日数	降雨日数	期間中総降水量 (mm)
2008	前延長区	6/20~7/4	14日	5	36
	後ろ延長区	6/27~7/11	14日	7	58
	慣行区	6/27~7/4	7日	3	33
2009	前延長区	6/22~7/6	14日	7	50
	後ろ延長区	6/29~7/13	14日	8	109
	慣行区	6/29~7/6	7日	4	43

(塩野ら 2019)より

旬から 10 月上旬頃に収穫する。当該地域の 8 割以上の水田では、収穫時に裁断、散布された稲わらが翌年の耕起時まで放置される。積雪期間は概ね 12 月下旬から 3 月中旬頃である。

試験区の構成を表-2 に示した。慣行区は中干しを 6 月第 6 半旬～7 月第 1 半旬頃まで 7 日間実施し、中干し期間を前に 7 日間延長した試験区を中干し前延長区（以下、前延長区）、後ろに 7 日間延長した試験区を中干し後ろ延長区（以下、後ろ延長区）とした。試験区の大きさは 1 区当たり 34m<sup>2</sup>とし、各区 3 反復で設置した。

水田土壌中で発生したメタンは、主にイネの通気組織を通じて大気中に放出される（犬伏ら 1989）。そのため、水田から発生するメタンは、複数株のイネを覆うクロズドチャンバー

（陽・八木 1988）を用いて採取した（図-2）。すなわち、縦 60cm × 横 60cm × 高さ 100cm（移植から 6 月下旬までは高さ 60cm）の透明プラスチック製の無底箱型チャンバーをイネ 8 株の上から静かに被せ、チャンバー内のガスを一定期間ごとに数回サンプリングバッグに採取した。採取したガスを実験室に搬入後、FID（水素炎イオン化検出器）付ガスクロマトグラフを用いてメタン濃度を測定し、一定時間毎のメタン濃度の変化からメタンフラックス（単位時間、単位面積からのメタン発生量）を計算した。メタンの測定頻度は週に 1 回を基本とした。測定期間中におけるメタン発生量は、メタンフラックスの推移を積分して求めた。また、ガス採取時に、圃場に設置したままの白金電極（各区の反復当たり

5 本）にポータブル土壌 Eh 計を接続し、酸化還元電位（Eh）を測定した。土壌含水率は、定期的に水田から土壌を採取し、湿潤状態の土壌の重量と 105℃の乾燥器内に 1 晩静置した後の重量差から求めた。

イネの生育調査は、前延長区の中干し前（6 月 20 日）と、最高分げつ期（7 月 10 日）、成熟期（9 月 10 日）に行った。各区の反復当たり 10 株について、中干し前と最高分げつ期は草丈、茎数、葉色（SPAD 値）を、成熟期は稈長および穂数を調査した。収量は、成熟期に各区の反復当たり 80 株を刈取り、脱穀後、1.9mm の篩を通し、篩上の玄米の重量を精玄米重とした。次に、穀粒判別機を用いて整粒歩合を、透過型近赤外分析機を用いて乾物当たりの玄米粗タンパク質含有率を調査した。また、同時期に各区から平均値 ± 1 本の穂数の株をサンプリングし、一穂穂数及び精玄米粒数歩合（全玄米粒数に対する 1.9mm 以上の玄米粒数の割合）を調査した。調査値は試験区毎に 3 反復の平均値で示した。

## 2 結果と考察

### (1) 中干し期間の延長とメタンフラックス、メタン発生量

図-3 に試験期間中におけるメタンフラックスの推移を示した。慣行区のメタンフラックスは、湛水後徐々に

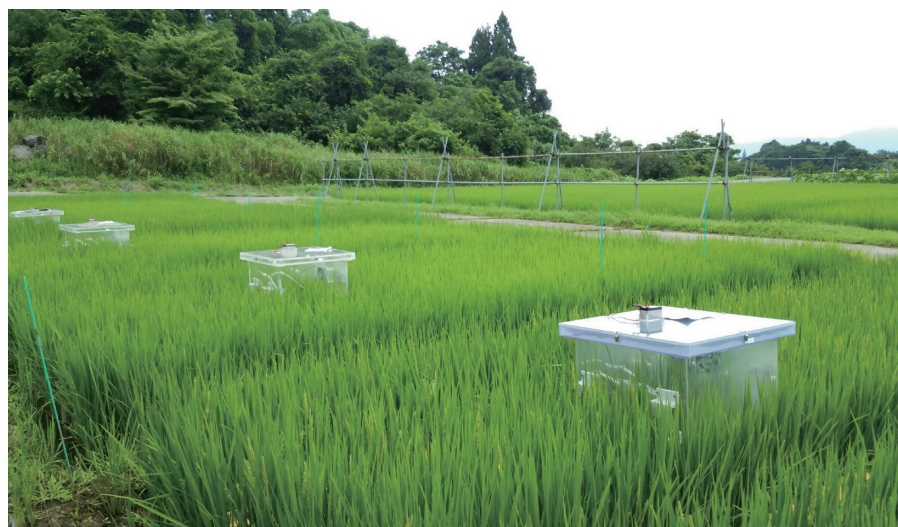


図-2 水田から発生するメタンを採取している様子

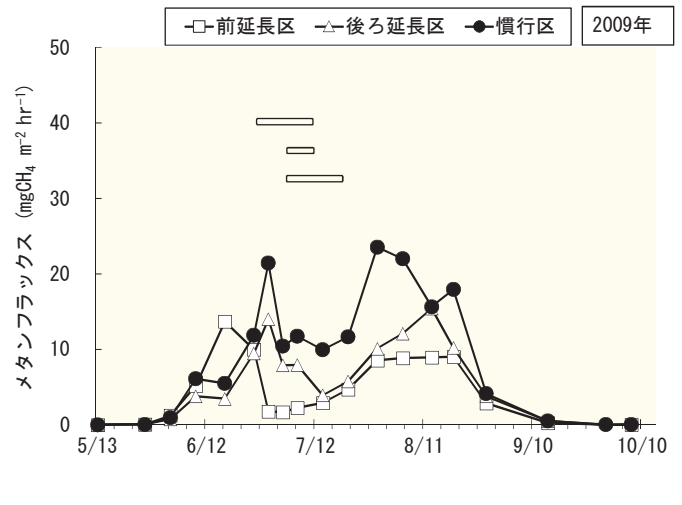
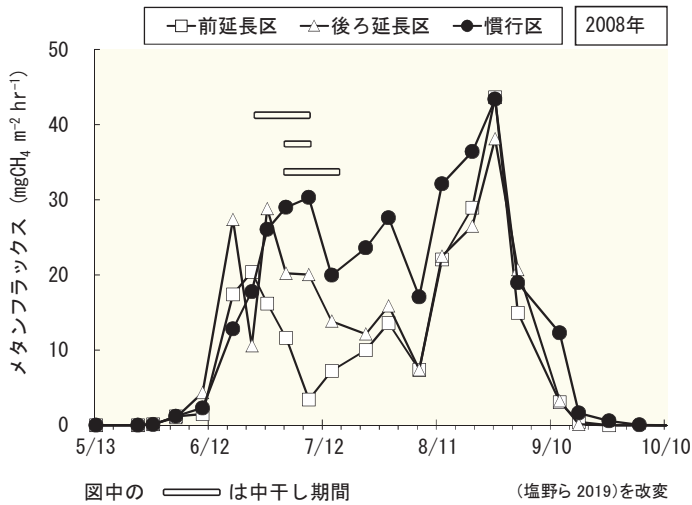


図-3 メタンフラックスの推移

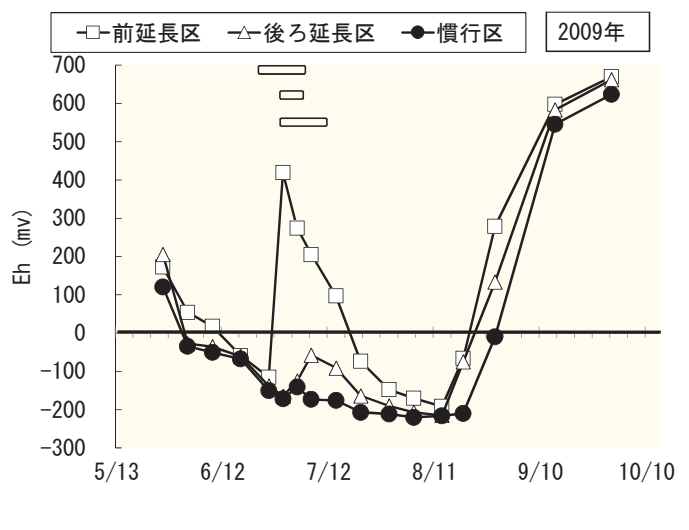
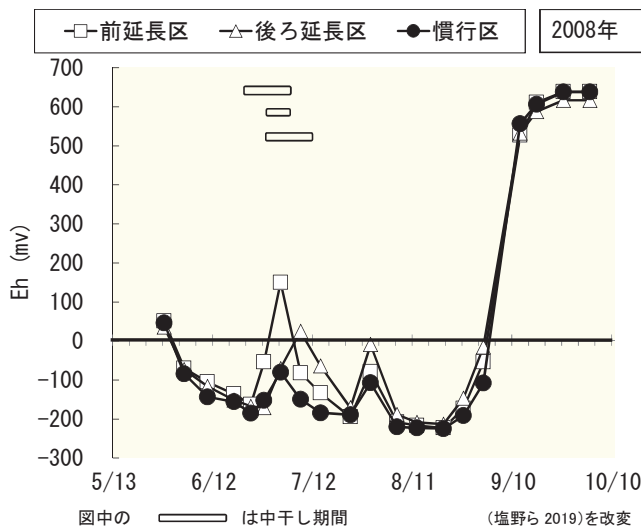


図-4 土壌 Eh の推移

大きくなり、2008年は7月上旬に、2009年は6月下旬に一つ目のピークがみられた。その後、両年とも中干しの開始によってメタンフラックスの値は小さくなり、中干しの終了後に再び増加していき、8月下旬頃に二つ目のピークがみられた。また、2008年と2009年のメタンフラックスを比べると、2008年は2009年に比べ各区ともメタンフラックスが大きくなった。両年とも、中干し開始から8月上旬のメタンフラックスは前延長区が最も小さく、次いで後ろ延長区となり、慣行区のメタンフラックスが最も大きくなった。中干しの延長によりメタン

発生が抑制され、さらに、前延長区と後ろ延長区では、中干しが終了し、再湛水された後も慣行区に比べメタンフラックスが小さく推移しており、中干しの延長によるメタンフラックスの削減効果は、中干し期間中だけではなく、それ以降も続いていた。土壌 Eh は、湛水後徐々に低下し、中干し前は各区とも -200mV 程度まで低下した (図-4)。その後、中干しを開始すると土壌 Eh は一時的に上昇し、酸化的な土壌条件となった。中でも、前延長区の土壌 Eh は他の試験区に比べ早い時期から高まり、2008年は7月2日に +150mV、2009年は

6月29日に +400mV となった。また、2008年、2009年とも、6月下旬から7月中旬における後ろ延長区の土壌 Eh の値は慣行区より上昇したが、前延長区ほど高くはならなかった。その後、各試験区とも、中干しが終了し圃場が再湛水されたことで、土壌 Eh は再び -200mV 程度まで低下した。2008年と2009年を比較すると、2008年は2009年に比べ土壌 Eh が低く推移したことから、よりメタンが発生しやすい条件だった。栽培期間中におけるメタン発生量は、前延長区、後ろ延長区、慣行区の順で2008年は35.5、41.9、55.0

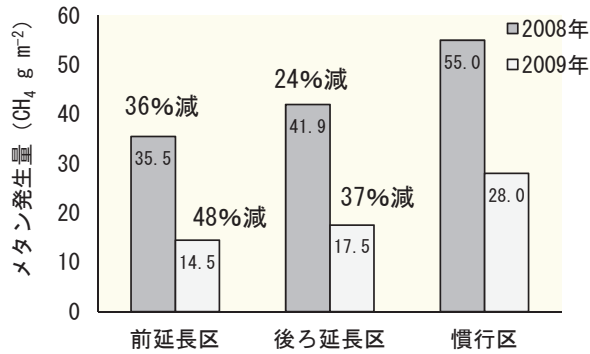


図-5 メタン発生量

棒グラフの上の数字は各年の慣行区を100とした場合のメタン削減率 (塩野ら 2019) を変更

CH<sub>4</sub> gm<sup>-2</sup>, 2009年 は同順で 14.5, 17.5, 28.0 CH<sub>4</sub> gm<sup>-2</sup> となり, 2カ年を通じて前延長区が最も少なく, 次いで後ろ延長区となり, 慣行区が最も多くなった。中干しの延長によりメタン発生量が削減され, 慣行区に比べ前延長区では 36~48%, 後ろ延長区では 24~37% のメタン発生量が削減された (図-5)。

## (2) 中干し期間の延長が土壌含水率へ及ぼす影響

2008年の中干し前における土壌含水率は各試験区とも40%以上だったが, 中干しを開始すると, 前延長区では32%, 後ろ延長区では34%まで低下した。慣行区も中干し開始後に土壌含水率が低下したが, 前延長区及び後ろ延長区ほど低下しなかった。再湛水

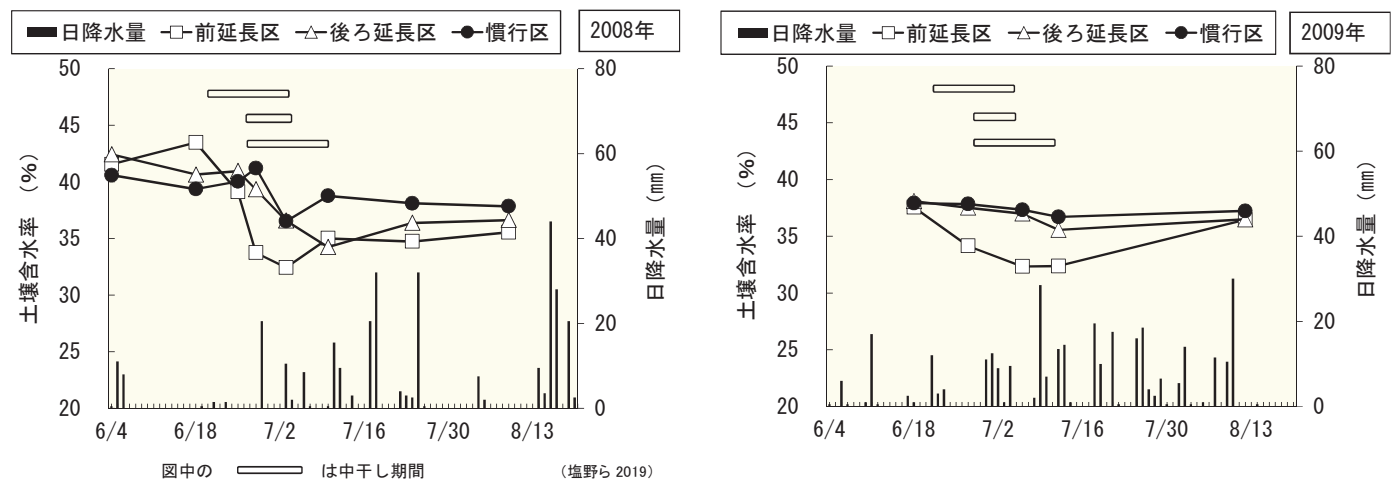
以降も前延長区, 後ろ延長区では慣行区に比べやや低く推移した。2009年の中干し前の土壌含水率は38%だったが, 前延長区では中干し開始後に32%まで低下した。しかし, 後ろ延長区では36%までの低下に留まり, 慣行区と同等の値だった (図-6)。

2008年, 2009年の前延長区における中干し期間前半7日間の降水量は, それぞれ3mm, 7mmであり, 慣行区の中干し期間及び後ろ延長区の中干し期間後半7日間の降水量に比べ少なかった (表-2)。

## (3) 中干し期間の延長がイネの生育, 収量, 玄米品質へ及ぼす影響

表-3にイネの生育を示す。イネの稈長は, 2008年, 2009年とも前延長区, 後ろ延長区では慣行区より1

~2cm程度短くなった。最高分げつ期の茎数及び穂数への影響は, 2008年, 2009年の前延長区及び2008年の後ろ延長区ではみられなかったが, 2009年の後ろ延長区ではやや減少した。山形県の内陸地域における「はえぬぎ」の穂数の指標値は480本/m<sup>2</sup>, 中干し開始の目安は分げつが必要穂数の80~90%になった時点としており (山形県 2010), 目標穂数を100とした場合, 2008年の中干し開始前(6月20日)における各試験区の茎数は目標穂数の9割, 2009年では6割程度だった。2009年の前延長区では必要な有効茎数を確保する前に中干しを開始したが, 慣行区に比べ穂数が減少することはなかった。一方, 同年の後ろ延長区では, 中干し前の茎数は慣行区と同等だったが, 穂数は慣行区に比べ少なくなった。森ら (2003) によれば, 中干しを後ろに10日間延長した場合の穂数減少の有無は年次や土



図中の — は中干し期間 (塩野ら 2019)

図-6 土壌含水率と日降水量

表-3 中干し期間と水稻の生育

年次	区名	中干し前 (6月20日)		最高分けつ期 (7月10日)			成熟期 (9月10日)	
		草丈 cm	茎数 本 m <sup>-2</sup>	草丈 cm	茎数 本 m <sup>-2</sup>	葉色 SPAD値	穂数 本 m <sup>-2</sup>	稈長 cm
2008	前延長区	30.0	464	57.7	656	43	518	78.8
	後ろ延長区	29.6	440	56.5	643	41	516	78.7
	慣行区	30.0	432	57.6	658	42	520	79.7
2009	前延長区	29.9	300	52.8	555	40	492	75.0
	後ろ延長区	30.6	332	53.5	538	38	464	77.1
	慣行区	31.4	337	55.0	571	40	494	77.7

(塩野ら 2019)を改変

表-4 中干し期間と水稻の収量・収量構成要素・品質

年次	区名	籾数			千粒重 (g)	精玄米粒数 歩合(%)*	整粒 歩合(%)	玄米粗タンパク質 含有率(%)
		一穂	×100粒 m <sup>-2</sup>	慣行比				
2008	前延長区	67.9	352	93	22.3	82.4	84.2	7.1
	後ろ延長区	69.6	358	94	22.5	83.4	85.2	7.0
	慣行区	73.0	380	100	22.4	78.2	85.3	7.5
2009	前延長区	62.7	308	87	22.7	84.1	82.3	6.7
	後ろ延長区	71.5	331	94	22.7	83.1	81.7	6.8
	慣行区	71.6	354	100	22.6	82.4	79.7	7.1

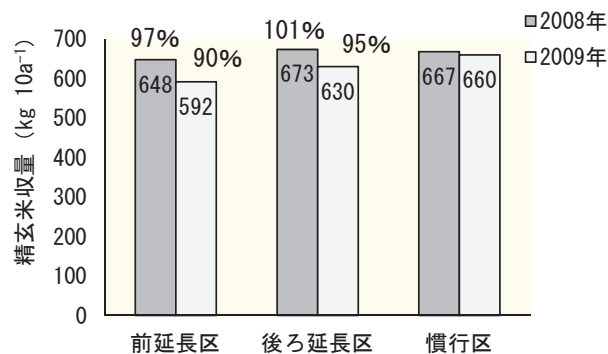
\*: 1.9mmの篩で選別される玄米粒数の割合。

(塩野ら 2019)を改変

壤条件等により一定ではないとしており、本試験でも一定の傾向はみられなかった。中干しの延長が茎数や穂数へ及ぼす影響については今後さらに検討する必要がある。

次に、籾数への影響をみると、中干しの延長により一穂籾数が減少し、慣行区に比べ2008年の前延長区では5.1粒、後ろ延長区では3.4粒少なくなった。2009年の前延長区では慣行区に比べ8.9粒少なく、後ろ延長区では慣行とほぼ同等となった。一穂籾数の減少によってm<sup>2</sup>当たり籾数も減少し、2008年の前延長区では慣行比93%、後ろ延長区では慣行比94%、2009年では同区順でそれぞれ87%、94%となった。中干しの前延長と後ろ延長を比較すると、前延長の方が後ろ延長に比べ籾数の低下程度が大きかった(表-4)。

今回の試験で用いた品種「はえぬぎ」における籾数の指標値は30,000～32,000粒/m<sup>2</sup>であり(山形県 2010)、本試験の慣行区の値はやや過剰となった。しかし、中干し期間を延長することで籾数が抑制され、特に、その抑制

図-7 精玄米収量  
棒グラフの上の数字は慣行区の値に対する各区の値の割合 (塩野ら 2019)を改変

効果は中干しを前に延長する場合で高かった。

精玄米収量をみると、2008年は前延長区、後ろ延長区、慣行区の順でそれぞれ648、673、667 kg/10aとなり、慣行比はそれぞれ97%、101%だった。2009年は同区順で592、630、660 kg/10aとなり、慣行比はそれぞれ90%、95%だった(図-7)。Itoら(2011)が報告したように、精玄米収量は中干しの延長によって慣行とほぼ同等、または僅かに減少する傾向を示し、特に、中干し前延長の場合でより減収する傾向だった。ただし、「はえぬぎ」の精玄米収量の指標値は580

kg/10aであり(山形県 2010)、本試験では中干しを延長しても指標値以上の精玄米収量が確保された。森ら(2003)は、乾土効果(春期に土壤中の有機態窒素の無機化が進み、湛水後に多くのアンモニウム態イオンが生成する現象)が高く、イネの生育量が多い年次に中干しの開始時期を早めることで、過剰な籾数を適正域に制御できることを報告しており、本試験の結果からも、中干しの延長が過剰な籾数の制御に有効であることが示された。

玄米品質をみると、千粒重、整粒歩合は中干しの延長による影響はみられ

なかった。一方、中干しの延長により精玄米粒数歩合は若干高まり、玄米粗タンパク質含有率は低下する傾向を示した。前延長区、後ろ延長区では、慣行区に比べ玄米粗タンパク質含有率が0.3～0.5ポイント低くなった。このことから、中干しの延長は玄米粗タンパク質含有率を低下させ、食味に良い影響があると考えられた。

### 3 まとめ

中干し期間を慣行より前または後ろに7日程度延長することで、慣行に比べメタン発生量が前延長の場合で36～48%、後ろ延長の場合で24～37%削減された。また、稈長は短くなり、穂数は慣行と同等あるいは減少する場面があったが、その傾向は一定ではなかった。一穂籾数、m<sup>2</sup>当たり籾数は減少した。精玄米収量は中干しの延長によって慣行とほぼ同等、または僅かに減少する傾向を示し、特に、中干し前延長の場合でより減収する傾向だった。

以上より、積雪寒冷地水田において、中干し前の生育が平年以上であった場合は慣行より早め（前延長）の中干しを行い、一方、平年の生育量に達しない場合は慣行の中干しに入った上で生育を見ながら中干しを延長（後ろ延長）すれば、収量、品質、食味を確保しながら、より実用的・現実的にメタン発生量を削減できると考えられた。

本試験の結果から、中干し期間の延長がメタン発生量の削減に有効である

ことが明らかとなった。しかし、慣行に比べ減収する場合もあることから、中干し延長を広く普及するためには、技術内容を現場へ周知するとともに、中干し延長に取り組む生産者に対しインセンティブとなるような経済的な支援を行う必要がある。

農林水産省では、化学肥料・化学合成農薬を原則5割以上低減する取組と合わせて、農業者等が実施する地球温暖化防止や生物多様性保全に効果の高い取組に対し支援を実施しており、令和2年度から、14日以上の中干しに取り組む場合に支援を実施している（農林水産省 HP）。また、令和5年3月に、温室効果ガスの削減量を「クレジット」として国が認証する「J-クレジット制度」の方法論に「水稻栽培による中干し期間の延長」が新たに承認された（農林水産省 HP）。このため、中干し延長により生じたクレジットを生産者が企業等へ販売し、収入を得ることが出来るようになった。このような取組が今後ますます広がり、農業分野からの温室効果ガスの発生量削減へ繋がることを期待したい。

### 謝辞

本研究は、平成20年度および21年度水田土壌由来温室効果ガス計測・抑制技術実証普及事業（農林水産省）により行われた。

### 引用文献

AR5 Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change WG3 SUMMARY

FOR POLICYMAKERS ipcc\_wg3\_ar5\_summary-for-policymakers.pdf

EDMC エネルギー・経済統計要覧 2022年度版 日本エネルギー経済研究所 計量分析ユニット

後藤ら 2004. 寒地水田における稲わらの分解促進と水管理によるメタン発生軽減効果. 土肥誌, 75, 191-201.

蓮川ら 2019. 灰色低地水田の3年4作田畑輪換体系を通じた緩和策導入による温室効果ガス排出量削減効果. 土肥誌, 90, 1-12.

犬伏ら 1989. 水稲体を経由したメタンの大気中への放出. 土肥誌, 60, 318-324.

気象庁 HP : [https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/temp/an\\_jpn.html](https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/temp/an_jpn.html)

気象庁 HP : <http://www.jma.go.jp/jma/kishou/info/heavyraintrend.html>

陽 捷行・八木一行 1988. 水田から発生するメタンのフラックスの測定法. 土肥誌, 59, 458-463.

三浦吉則 2003. 水田からのメタン発生の実態と抑制のための稲わら管理に関する研究. 福島県農業試験場特別研究報告, 7, 1-38.

森ら 2003. 土壌乾土効果が大きい年次における中干しおよび幼穂形成期追肥窒素量の調整による水稻籾数の制御効果. 土肥誌, 74, 823-825.

日本国温室効果ガスインベントリ報告書 (NIR) 2023年度4月版 温室効果ガスインベントリオフィス (GIO) 編

農林水産省 2020. 気象変動に対する農林水産省の取組 : [https://www.maff.go.jp/j/kanbo/kankyo/seisaku/GR/attach/pdf/s\\_win\\_abs-71.pdf](https://www.maff.go.jp/j/kanbo/kankyo/seisaku/GR/attach/pdf/s_win_abs-71.pdf)

農林水産省 2021. 農業分野における地球温暖化対策について (令和3年12月作成版) : <https://www.maff.go.jp/j/seisan/kankyo/ondanka/attach/pdf/index-72.pdf>

農林水産省 2023. 環境保全型農業直接支払交付金について (令和5年4月) : [https://www.maff.go.jp/j/seisan/kankyo/kakyou\\_chokubarai/attach/pdf/mainp-96.pdf](https://www.maff.go.jp/j/seisan/kankyo/kakyou_chokubarai/attach/pdf/mainp-96.pdf)

農林水産省報道発表資料 2023年3月1日 : <https://www.maff.go.jp/j/press/kanbo/>

b\_kankyo/230301.html

農山漁村文化協会 1982. 農業技術体系 作物編, 2, イネ 基本技術① 追記第 4 号, p. 220, 東京.

塩野ら 2014. 積雪寒冷地の稲わら春すき込み水田における田畑輪換がメタン・一酸化二窒素発生に及ぼす影響. 土肥誌, 85, 420-430,

塩野ら 2016. 積雪寒冷地低地土稲わらすき込み水田における耕起法の違いが翌年のメ

タン, 一酸化二窒素発生量に及ぼす影響. 土肥誌, 87, 101-109,

塩野ら 2019. 日本海側積雪寒冷地の稲わら施用水田におけるメタン発生量の年次変動と中干し期間の延長によるメタン発生量の低減効果 第 2 報 中干し期間の延長によるメタン発生量の低減効果と水稻生育への影響. 土肥誌, 90, 193-200,

高井康雄 1961. 水田土壌の還元と微生物代謝 (5). 農業技術 16 (5), 213-216,

Yagi, K. *et al.* 1996. Effect of water management on methane emission from a Japanese rice paddy field: Automated methane monitoring. *Global Biogeochemical Cycles*. 10, 255-267.

山形県農林水産部 2010. 稲作指針

### 田畑の草種

## 子持ち万年草 (コモチマンネグサ)

4月から始まっているNHKの朝の連続テレビ小説「らんまん」。高知が生んだ植物学者牧野富太郎をモデルにした物語で、各週の番組タイトルに植物名が振られている。第1週の「バイカオウレン」に始まってその第12週が「マルバマンネグサ」。主人公の榎野万太郎は婚姻のための高知へ戻っていたがそこへロシアからの手紙が東京経由で送られてきた。そこにはロシアのマキシモヴィッチに送っていたマルバマンネグサが新種 (*Sedum makinoi* Maxim.) であると記され、*Sedum* 属の中の新種の種小名に *makinoi* の名がついた。

東京に戻った万太郎こと牧野富太郎は、かねてから構想していた日本の植物誌として「日本植物志圖篇」を自費で刊行を始めた。第1巻第1集に記載された種はわずか6種であったが、1ページに1種という大胆な圖篇はその序文に「一葉ノ紙上一種ノ植物ヲ描出シテ決シテ他種ノ紙面ヲ犯スコト勿ラシム是レ後日大成ノ功ヲ見ルノ時ニ當テ天然ノ分類ニ從テ容易ニ編次ノ舊態ヲ改更スルノ便アレバナリ」と書いたように、将来、各種を並べ替えて植物志を完成させることを考えていた壮大な計画であった。

その「日本植物志圖篇」の第7集以降は「我邦ノ新植物ニ對シテ始メテ新學名ヲ下シテ之レヲ本集デ公ニ」した圖篇で

(公財)日本植物調節剤研究協会  
兵庫試験地 須藤 健一

あった。

マルバマンネグサがマキシモヴィッチから新種として献名されてから3年、圖篇の第10集にマルバマンネグサの同属他種であるコモチマンネグサが載せられた。他のマンネグサと異なり、花は咲いても種子が出来ず、代わりに葉の付け根にできる無性芽で殖えていく。これが新種と気づき *Sedum bulbiferum* Makino の学名を与えた。今度は同じ *Sedum* 属に命名者として Makino の名がついた。

コモチマンネグサはベンケイソウ科マンネグサ属の一年草。本州の東北南部以南のやや湿った道端、畦、畑地、空き地などに普通。背丈は5-6cmくらいで、大きなものでも15cm程度。茎は下部では地を這うが上部では立ち上がる。茎が赤みを帯びることも多い。葉はやや間隔をあけてつき長さ1-2cmで扁平なへら型。多肉質で厚みがある。花は12-15mmの黄色の5弁花。花弁は細長い楕円形で先が尖り星形。咲いているときはちょうど星が輝いているように見える。種子はほとんどできず花茎の途中の葉の基部にできるムカゴで殖える。マンネグサ属でムカゴができるのは本種だけであるので同定は容易い。