

4th International Conference

Organic Rice Farming and Production Systems

Sendai, Japan

4 – 7 September 2023

有機栽培水田へのアイガモロボ導入効果

－川渡フィールドセンターの黒ボク土水田での事例研究－

Effects of introducing AigamoRobo to an organic paddy field

－ A case study in a paddy field with Andisol in Kawatabi Field Center －



東北大学大学院農学研究科

Graduate School of Agricultural Science, Tohoku University

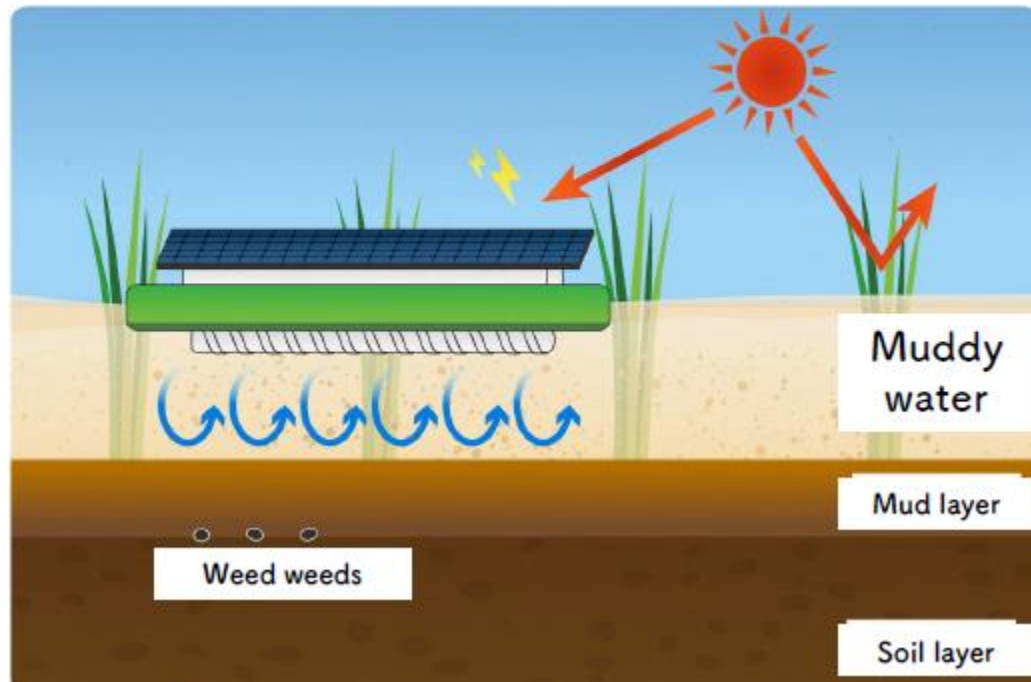
西田 瑞彦, 佐々木綾子, 床並佳季

NISHIDA, Mizuhiko, SASAKI, Ayako, TOKONAMI, Yoshiki

What is AigamoRobo? アイガモロボとは？

Automatic weed suppression robot that floats on water

※ International patent pending



Weed suppression by muddy water

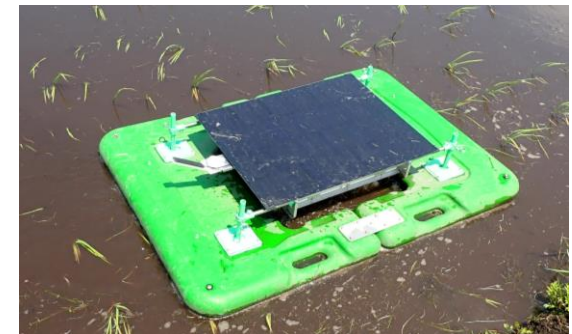
The screw's water flow rolls up the soil and muddies the entire rice field, blocking sunlight and creating a field environment that makes it difficult for weeds to photosynthesize.

Buries weed seeds in a mud layer

The rolled-up soil makes a mud layer (layer of soft soil), which buries weed seeds to a depth where they cannot germinate.

(By courtesy of Yukimai Design Co., Ltd.)

- A unique robot with GPS that automatically navigates the paddy field along a set track.
- This robot has a solar panel and storage battery, it does not need to be manually replenished with any energy.





Organic paddy fields in Kawatabi Field Center, Tohoku University

Rice cultivar : Hitomebore

4Kai - 3

4Kai - 1
Organic
Winter Flood
0.14 ha
Since 2008

Organic
Winter-
Flood

Organic
Conventional
0.06 0.07 0.08 ha

Partly since 2008
Same treatment
since 2013

4-1

4-2

4-3

Organic
Winter Flood
0.10 ha 0.11 ha 0.12ha

Since 2009

Conventional
0.10 ha 0.11 ha 0.10 ha

Organic paddy fields in Kawatabi Field Center, Tohoku University

Rice cultivar : Hitomebore

4Kai - 3

4Kai - 1
Organic
Winter Flood
0.14 ha
Since 2008

Organic
Winter-
Flood
Organic
Conventional
0.06 0.07 0.08 ha
Partly since 2008
Same treatment
since 2013

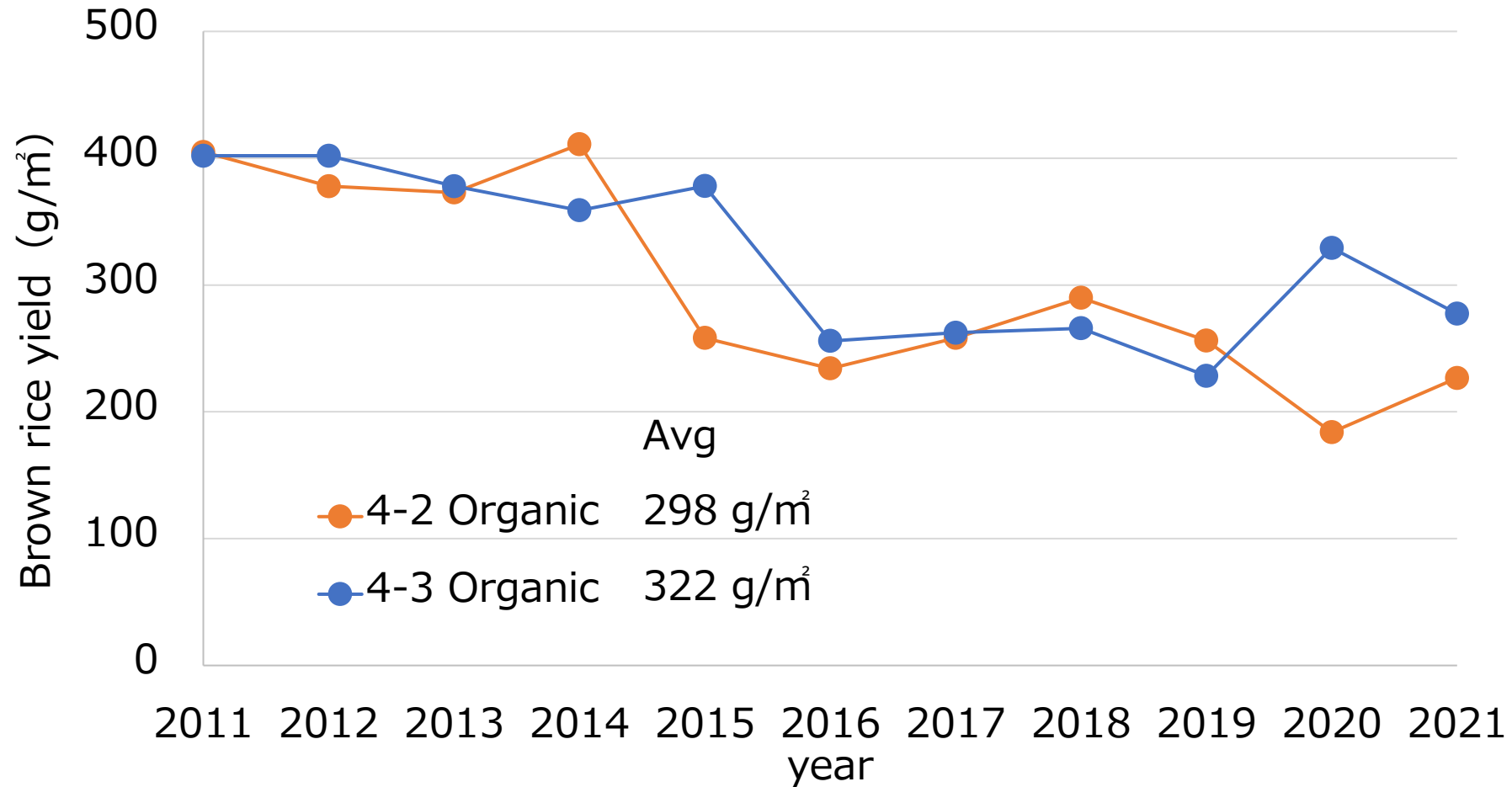
Control **AigamoRobo**

4-1 4-2 4-3
Organic
Winter Flood
0.10 ha 0.11 ha 0.12ha
Since 2009
Conventional
0.10 ha 0.11 ha 0.10 ha

Soil: Andisol

Yields of tow organic fields

供試圃場のこれまでの収量推移（全刈収量）



- Productivity of both organic fields is almost identical
両圃場の生産性は類似

Overview of field managements and investigations

栽培と調査の概要

- Transplant: May20, 2022
移植日 : 2022, 5/20
- Duration of AigamoRobo worked: May20-Jun10 (three weeks)
アイガモロボ稼働期間 : 5/20~6/10
- Weeding by rotary weeder: Jun8、Jun15 (Control field: three times)
別途機械除草を2回実施 (対照圃は3回)
- Frequently stopped by stucking at places with high surface level
圃場の高低差により頻繁にスタックした
- Heading stage: Aug8-9
出穂期 : 8月8~9日頃
- Maturity stage: Late September
成熟期 : 9月下旬



Overview of field managements and investigations

栽培と調査の概要

- Transplant: May20, 2022
移植日 : 2022, 5/20
- Duration of AigamoRobo worked: May20-Jun10 (three weeks)
アイガモロボ稼働期間 : 5/20~6/10
- Weeding by rotary weeder: Jun8、Jun15 (Control field: three times)
別途機械除草を2回実施 (対照圃は3回)
- Frequently stopped by stucking at places with high surface level
圃場の高低差により頻繁にスタックした
- Heading stage: Aug8-9
出穂期 : 8月8~9日頃
- Maturity stage: Late September
成熟期 : 9月下旬

Overview of field managements and investigations

栽培と調査の概要

- Measurement of plant height, number of tillers, and leaf color (SPAD):
Jul12, Jul20, Aug18, Sep16 (8 hills x 3 places)
生育調査 : 7/12、7/20、8/18、9/16 (各圃8株×3箇所)
- Weeds sampling: Jul20 (0.3 m x 1 m x 3 places)
雑草量調査 : 7/20 (各圃[30cm×1m]×3箇所)
- Gas sampling: Jul12, Jul20, Aug22 (0.275 m x 0.275 m x 3 places,
closed chamber method)
ガス採取 : 7/12、7/20、8/22 (各圃[27.5cm×27.5cm]×3箇所でクロージドチャンバ
ー法)
- Harvest for yield component: Sep22 (representative 3 hills x 3 places)
代表株収穫 : 9/22 (各圃3株×3箇所)

Jul20



AigamoRobo



Control

Jul30



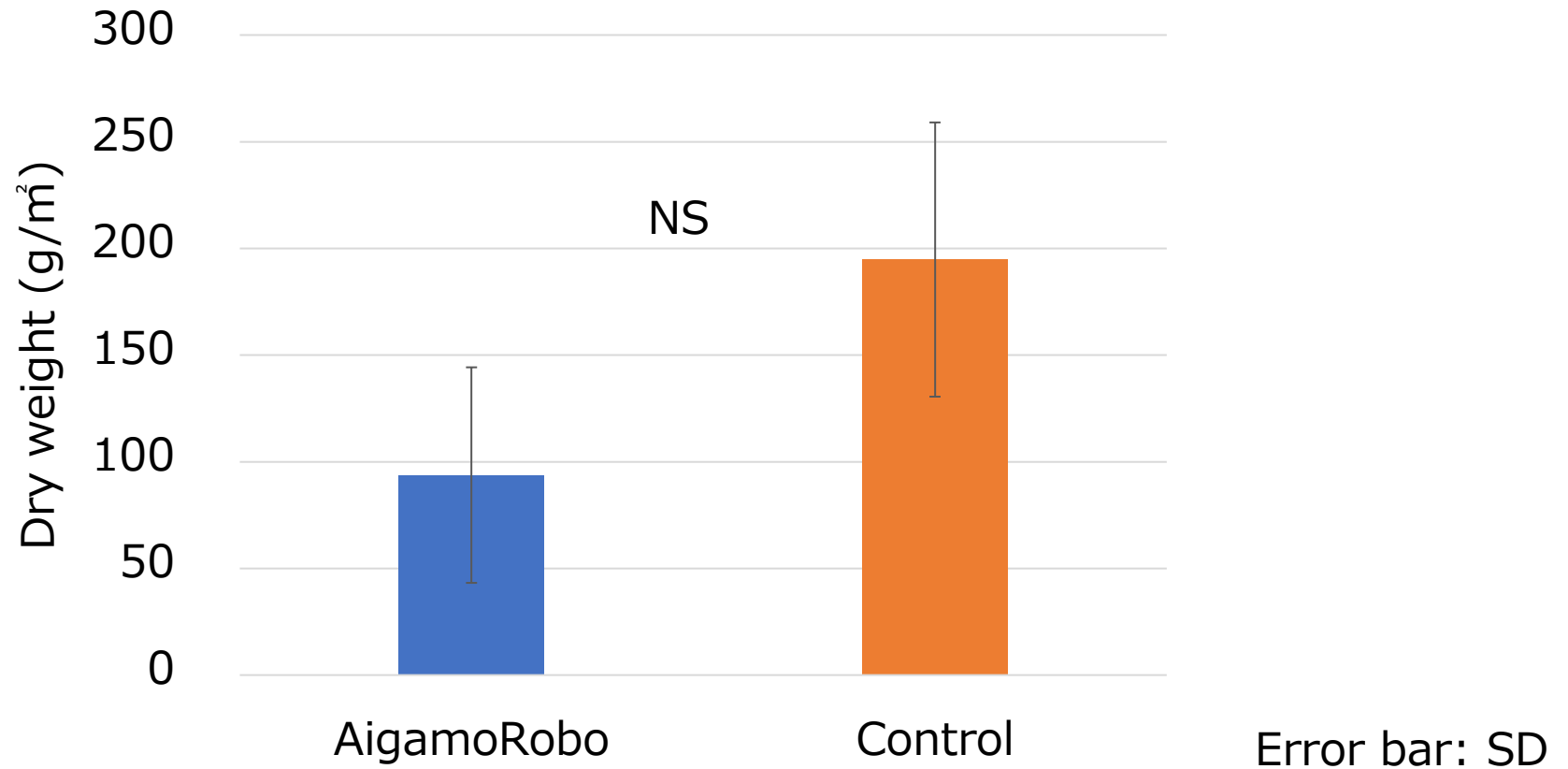
AigamoRobo



Control

Dry weight of weeds (at panicle initiation stage of rice)

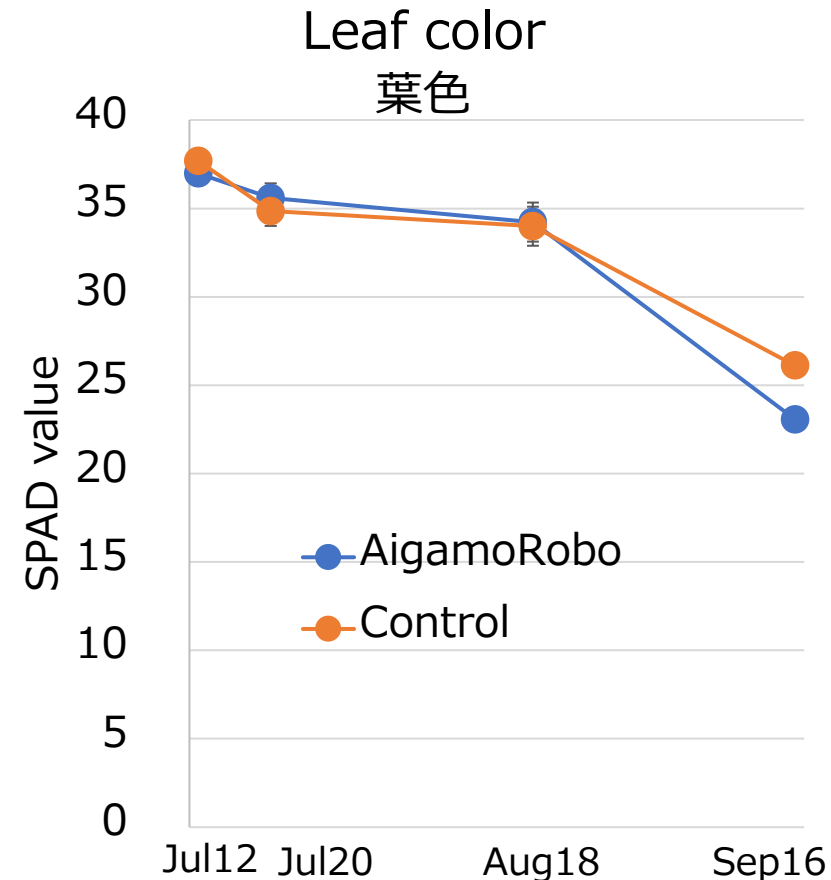
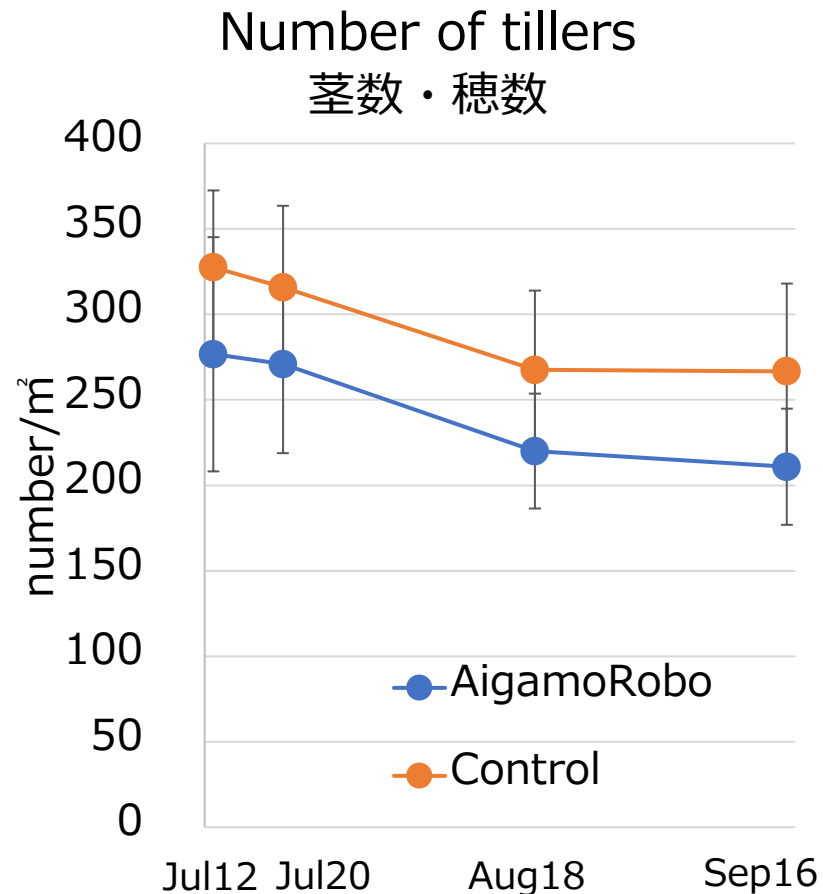
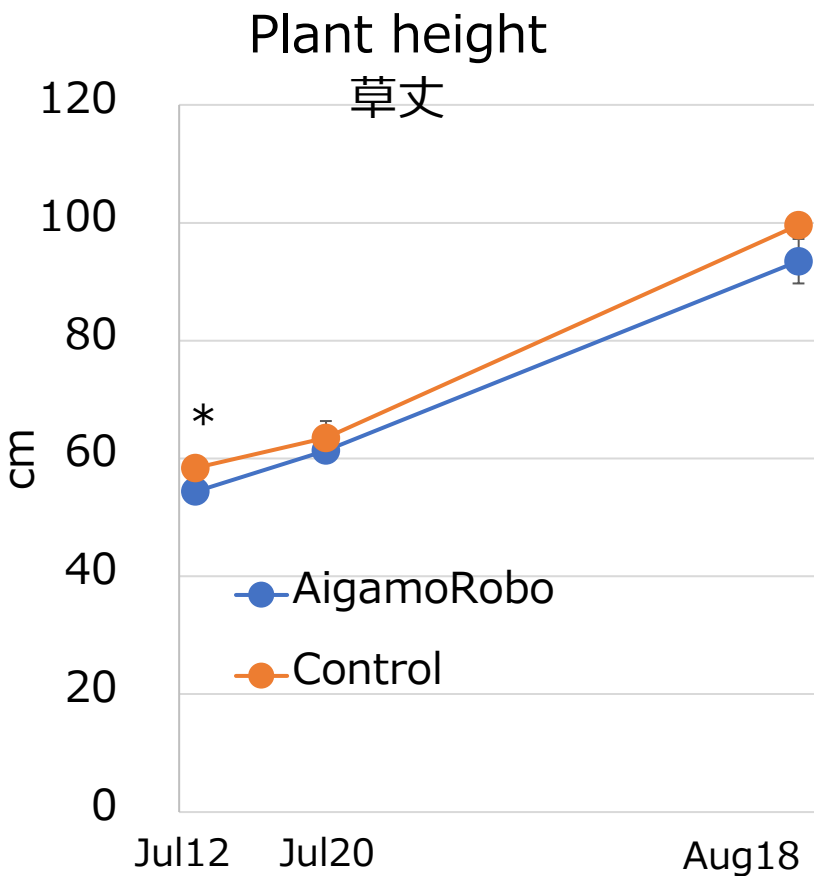
雑草の乾物重 (水稻幼穂形成期)



AigamoRobo \leq Control

Plant height, number of tillers and leaf color

生育調査結果



Tillers: AigamoRobo \leq Control

Error bar: SD
*: $P < 0.05$

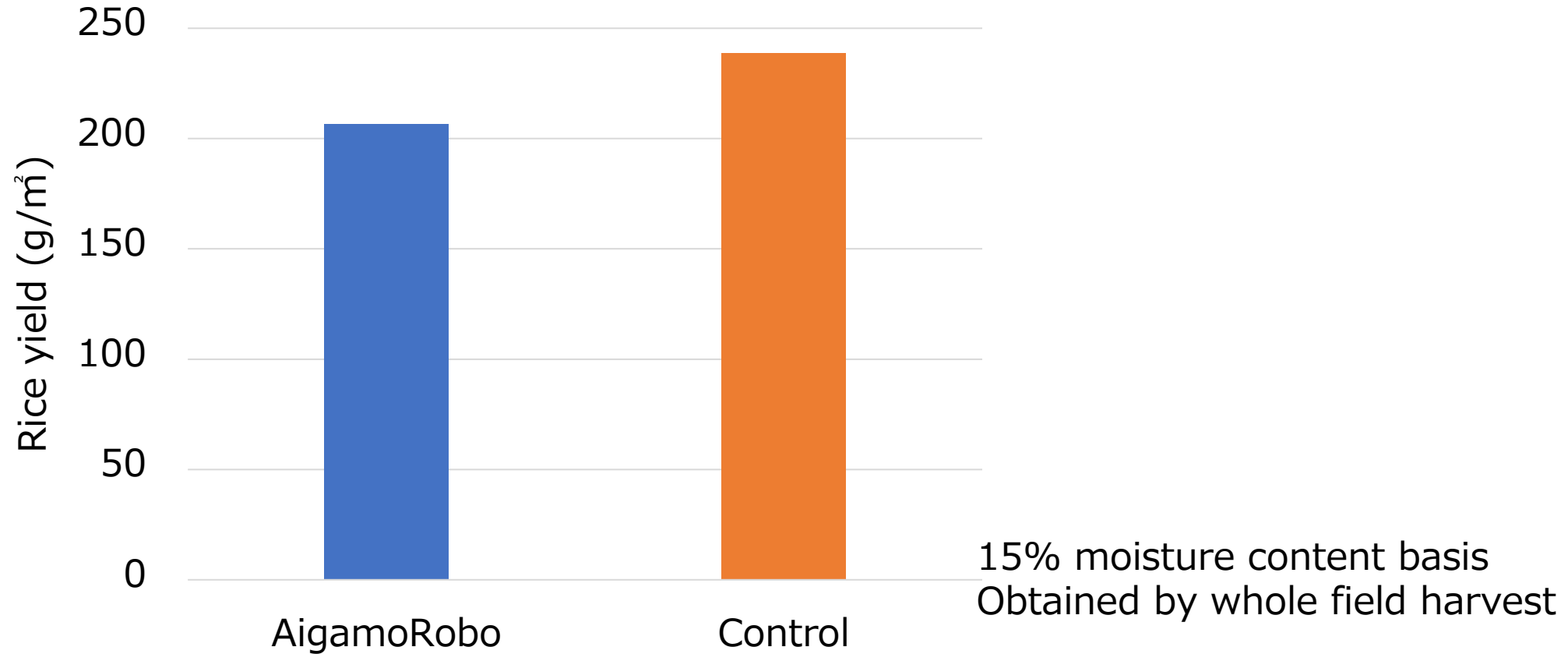
Sep22

AigamoRobo

Control



Rice yield (brown rice) 水稻の収量 (精玄米)



AigamoRobo \leq Control

Yield component

収量構成要素

	Number of panicles 穂数 (/m ²)	Number of grains 総粒数 (x1,000/m ²)	Ripening rate 精玄米粒数歩合 (%)	1,000 kernel weight* 千粒重 (g)	Yield* 精玄米重 (brown rice, g/m ²)
AigamoRobo	190	14.2	76.3	23.7	261
Control	244	17.2	73.9	23.5	298
<i>t</i> -test	NS	NS	NS	NS	NS

*15% moisture content basis

Obtained by representative hills sampling

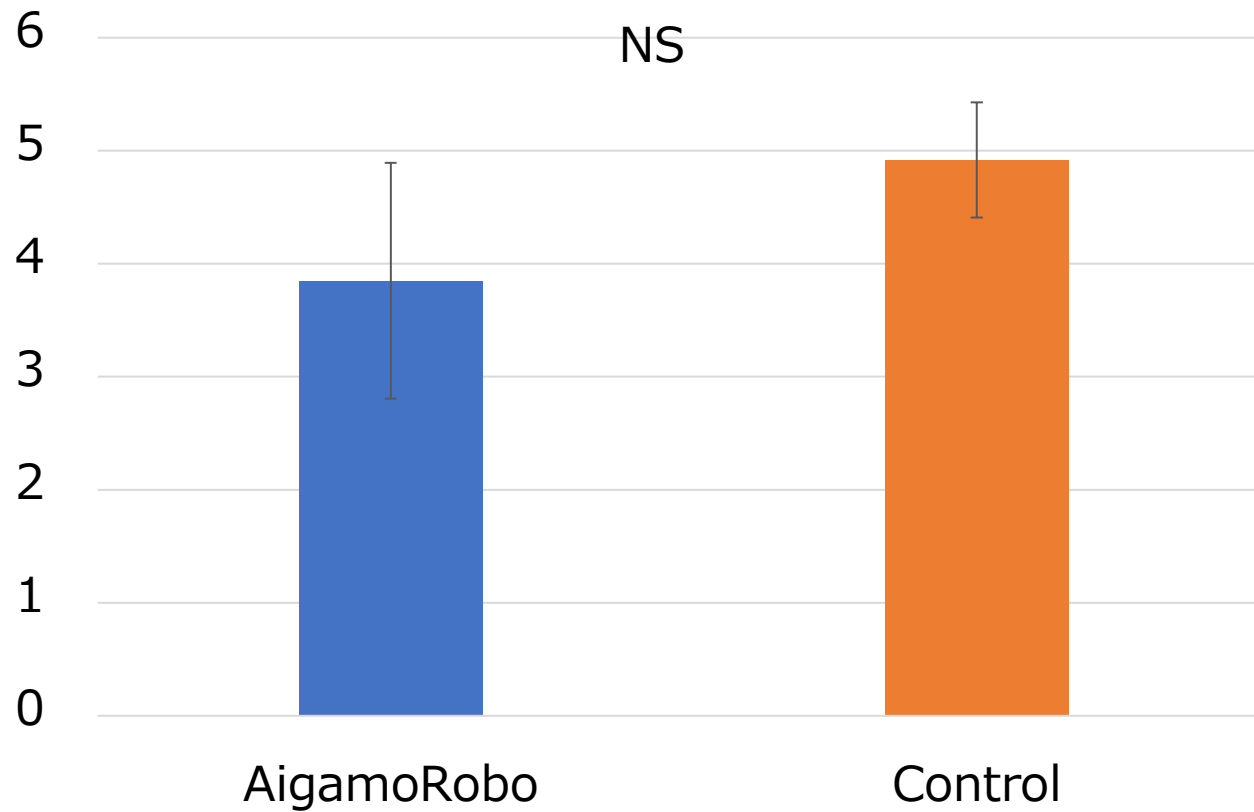
Panicles: AigamoRobo \leq Control



Yield

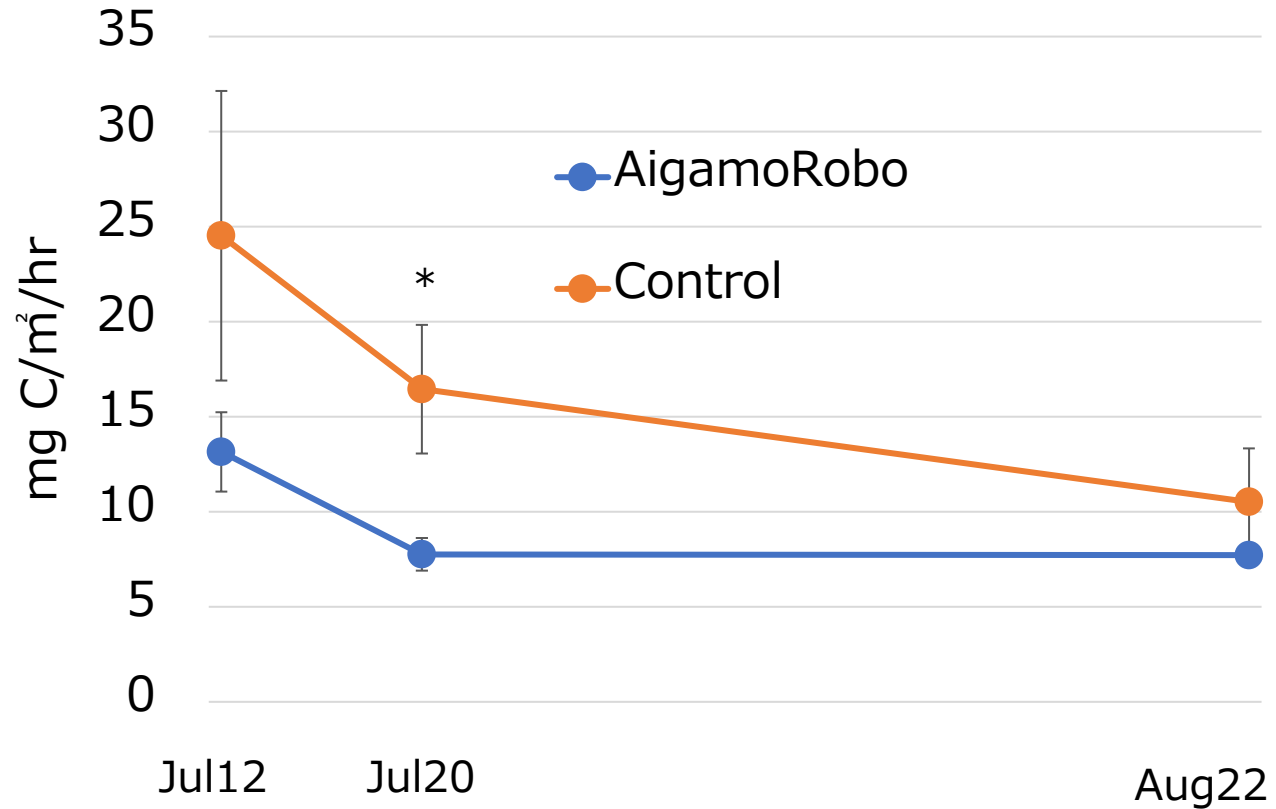
Nitrogen uptake of rice plants

水稻の窒素吸収量



AigamoRobo \leq Control

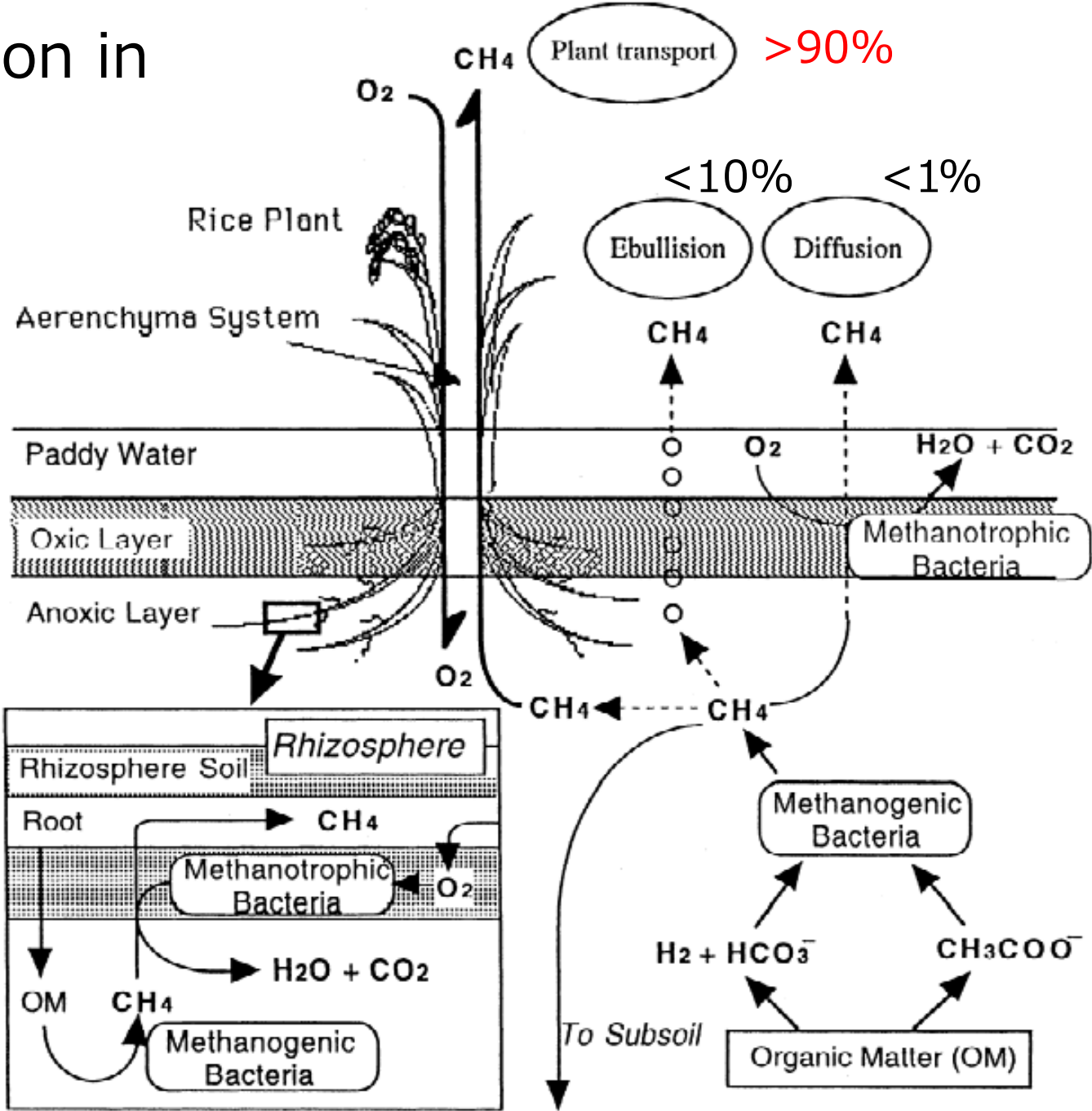
Methane flux メタンフラックス



Error bar: SD
*: $P < 0.05$

AigamoRobo \leq Control

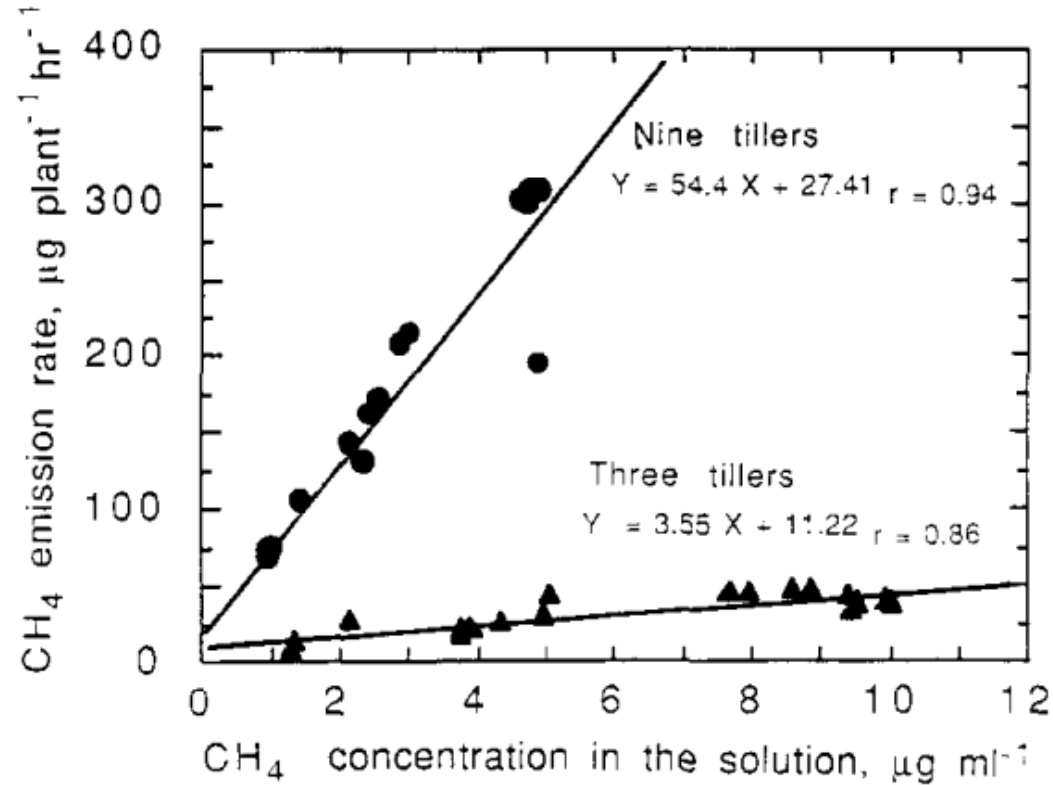
Methane emission in paddy fields



(Yagi et al., 1997)

Possible reason for methane emission decrease (1)

メタン生成減少の理由



Methane emission:
Nine tillers > Three tillers



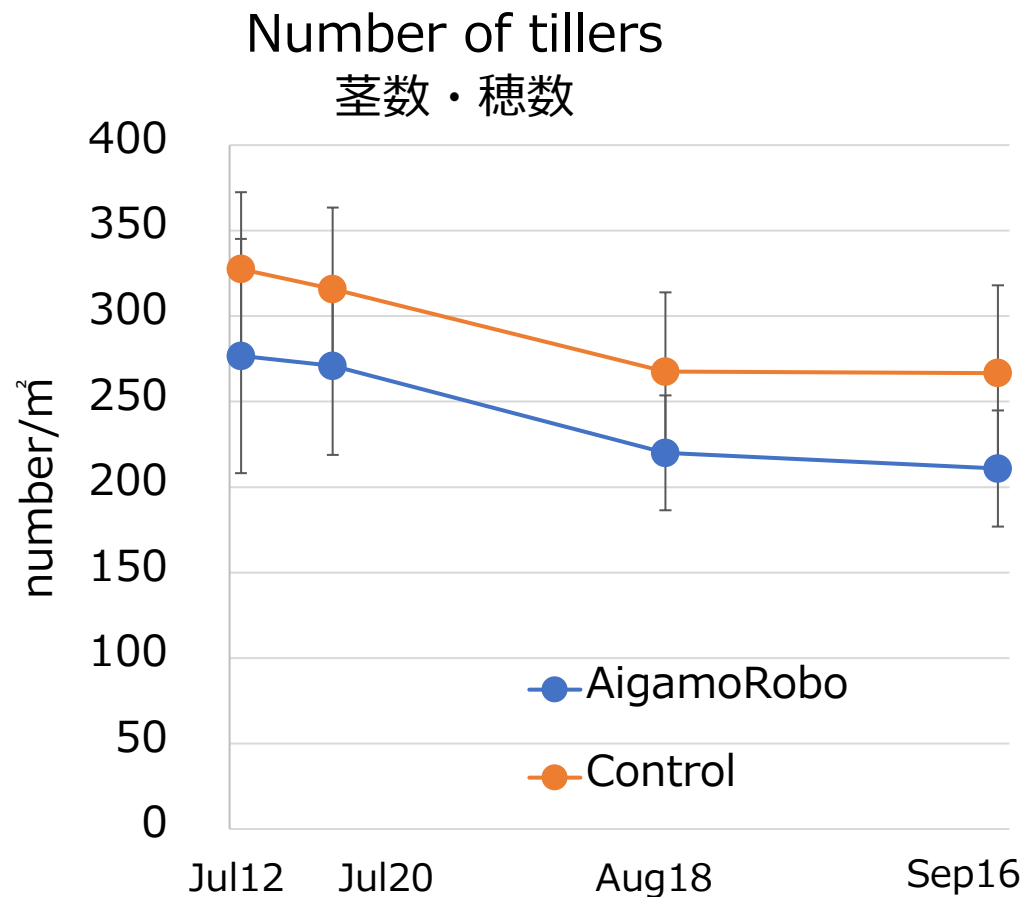
Number of tillers can affect
methane emission from paddy
fields

FIG. 8. Relationship between methane emission rate from rice plants and methane concentration in the culture solution with a high methane concentration. (▲) Rice plant having three tillers and (●) rice plant having nine tillers.

(Mariko et al., 1991)

Possible reason for methane emission decrease (1)

メタン生成減少の理由



Number of tillers
AigamoRobo < Control



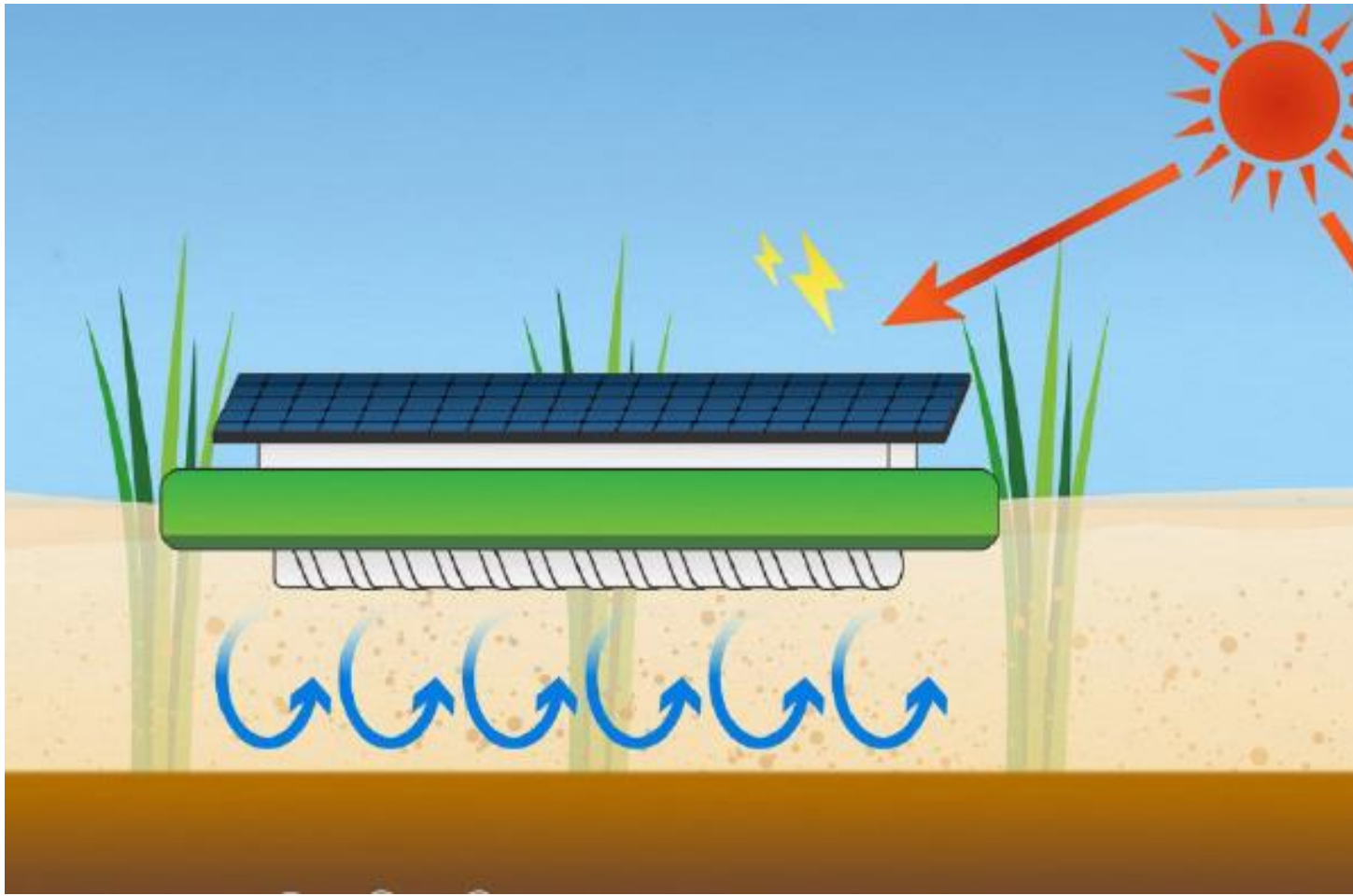
>90% of methane emission via plants



Fewer tillers of rice plants in the AigamoRobo field may result in less methane emission

Possible reason for methane emission decrease (2)

メタン生成減少の理由



By courtesy of Yukimai Design Co., Ltd.

Agitation of paddy water by Aigamo ducks (real birds, not robot) in paddy fields increased dissolved oxygen in the paddy water (Goh et al., 2002)



Dissolved oxygen in the paddy water may have increased due to the agitation by AigamoRobo screw, and the soil might have become more oxidative



Methane emission decreased because the soil might have become oxidative

Conclusion

まとめ

Following possibilities were shown by the preliminary study:

AigamoRobo in organic rice fields can lead to

アイガモロボを有機栽培水田に導入することで、

- Reduce weeds
雑草を抑制
- Reduce the tillers and panicles of rice plants
水稻の茎数・穂数も抑制
- Reduce rice yield
水稻の収量を抑制
- Reduce CH₄ emission
メタン発生の抑制

Surveys by Yukimai Design Co., Ltd.

2021年全国実証実験結果

- ✓ 例年から大幅に除草作業を削減できた
- ✓ 幼穂形成期の雑草乾物重量は、新潟県農業総合研究所が定める基準50g以下をクリアした
- ✓ アイガモロボが田植え後3週間きっちり動いた圃場は収量が1~6割増加した

アイガモロボ運用場所/営農者	品種	面積 /台	栽培 方法	ロボ以外機械除草			*幼穂形成期 雑草乾物量 (g/m ²)	精玄米収量(俵/反)			作況指数 (昨年/今年)	
				例年	今年	差異		昨年	今年	差異		
秋田	大潟村カントリーエレベータ公社	あきたこまち	1.25ha	有機	3回	2回	-1回	8g	7.8俵	9.3俵	+1.5俵	105/102
宮城	JA新みやぎ栗っこ (栗原市有機の会 会長)	ササシグレ	80a	有機	2回	2回	±0回	29g	5俵	6.5俵	+1.5俵	102/101
	JAみやぎ登米(有機栽培部会長)	ひとめぼれ	34a	有機	1回	0回	-1回	6g	7.2俵	8俵	+0.8俵	102/101
	JA加美よつば	コガネモチ	90a	有機	2回	1回	-1回	22g	4俵	7.4俵	+3.4俵	102/101
	石巻市	ササニシキ	35a	有機	3回	0回	-3回	0g	籾保管 都度精米			102/101
新潟	長岡市(全国稲作経営者会議元会長)	コシヒカリ	25a	有機	4回	0回	-4回	30g	6.3俵	7.4俵	+1.1俵	100/96
	南魚沼市	コシヒカリ	40a	有機 →減農薬	2回	0回	-2回	0g	他圃場と混合で詳細不明			100/96
	十日町市	コシヒカリ	30a	有機	5回	1回	-4回	19g	6俵	6.5俵	+0.5俵	100/96
石川	JAはくい(自然栽培元部会長)	銀坊主	30a	自然	4回	2回	-2回	10g	4.5俵	6俵	+1.5俵	104/101
	JAはくい(自然栽培部会長)	コシヒカリ	50a	自然	4回	1回	-3回	6g	4.1俵	7俵	+2.9俵	104/101
神奈川	平塚市	コシヒカリ	10a	有機	3回	1回	-2回	16g	6.5俵	7俵	+0.5俵	97/99
滋賀	野洲市(全国稲作経営者会議滋賀代表)	コシヒカリ	70a	自然	3回	2回	-1回	34g	4.2俵	3.3俵	-0.9俵	98/100
熊本	阿蘇市	森の熊さん	28a	有機 →減農薬	2回	0回	-2回	工数不足未実施	7.5俵	7俵	-0.5俵	99/94

*: データは3反復平均値、新潟県農業総合研究所の栽培基準は50g以下、幼穂形成期は田植え後55日程度

2022年全国実証実験結果(東日本)

- ✓ 例年から大幅に除草作業を削減できた
- ✓ 幼穂形成期の雑草乾物重量は、新潟県農業総合研究所が定める基準50g以下をクリアした

アイガモロボ運用場所/営農者	品種	面積/台	栽培方法	ロボ以外機械除草			*幼穂形成期 雑草乾物量 (g/m ²)	精玄米収量(俵/反)			作況指数 (昨年/今年)	
				例年	今年	差異		昨年	今年	差異		
秋田	大潟村カントリーエレベータ公社	あきたこまち	60a	有機	4回	3回	-1回	27g	9.4俵	8.9俵	-0.5俵	99/95
山形	鶴岡市 F.A.I.N.	つや姫	30a	有機 転換中	0回	0回	±0回	2g	11俵*	8.7俵	-2.3俵 *昨年慣行栽培	104/99
宮城	JA新みやぎ栗っこ <small>ポット苗</small>	ササシグレ	30a	有機	2回	1回	-1回	18g	6.5俵	4.0俵*	-2.5俵 *コロナ除草遅れ	101/100
	JAみやぎ登米(有機栽培部会長)	ひとめぼれ	34a	有機	1回	0回	-1回	41g	8.0俵	7.0俵	-1.0俵	101/100
	JA加美よつば	コガネモチ	90a	自然	2回	1回	-1回	13g	7.4俵	5.5俵	-1.9俵 ロボ前の一昨年は4俵	101/100
	石巻市	ササニシキ	35a	有機	3回	0回	-3回	0g	籾保管 都度精米			101/100
新潟	長岡市(全国稲作経営者会議元会長)	コシヒカリ	25a	有機	4回	2回	-2回	38g	8.0俵	6.7俵	-1.3俵 ロボ稼働不足	99/99
	南魚沼市	コシヒカリ	30a	有機	3回	1回	-2回	8g	6.0俵	6.0俵	±0俵	99/99
	上越市	コシヒカリ	50a	有機	4回	3回	-1回	37g	7.0俵	6.0俵	-1.0俵	99/99
	JA新潟かがやき弥彦	コシヒカリ	30a	有機 転換中	2回	0回	-2回	23g	-	8.7俵	昨年は特裁、紙マルチより収量は多い	99/99
富山	富山市	コシヒカリ	30a	有機	2回	2回	±0回	31g	5.0俵	5.0俵	±0俵 ロボ稼働不足	99/101
茨城	坂東市	コシヒカリ	40a	有機	3回	2回	-1回	26g	7.2俵	6.7俵	-0.5俵	103/101
	筑西市(全国稲作経営者会議茨城代表)	コシヒカリ	90a	有機	2回	1回	-1回	5g	8.2俵	8.3俵	+0.1俵	103/101
	JAやさと	コシヒカリ	50a	有機	3回	1回	-2回	5g	7.5俵	8.0俵	+0.5俵	103/101
神奈川	平塚市	黒米	14a	有機	3回	0回	-3回	0g	6.0俵	7.0俵	+1.0俵	99/101

*: データは3反復平均値、新潟県農業総合研究所の栽培基準は50g以下、幼穂形成期は田植え後55日程度

Surveys by Yukimai Design Co., Ltd.

2022年全国実証実験結果(西日本)

- ✓ 例年から大幅に除草作業を削減できた
- ✓ 幼穂形成期の雑草乾物重量は、新潟県農業総合研究所が定める基準50g以下をクリアした
- ✓ 収量は増えたところが多い

アイガモロボ運用場所/営農者		品種	面積/台	栽培方法	ロボ以外機械除草			*幼穂形成期 雑草乾物量 (g/m ²)	精玄米収量(俵/反)			作況指数 (昨年/今年)	
					例年	今年	差異		昨年	今年	差異		
静岡	藤枝市	ニコマル	32a	有機	0回	0回	±0回	50g	5俵	6.2俵	+1.2俵	97/98	
滋賀	野洲市(全国稲作経営者会議滋賀代表)	さくら福姫	30a	有機	3回	1回	-2回	6g	5.2俵	6.3俵	+1.1俵	100/101	
兵庫	丹波篠山市	コシヒカリ	20a	有機	2回	0回	-2回	0g	7.5俵	8.8俵	+1.3俵	98/102	
島根	浜田市	きぬむすめ	10a	有機	2回	0回	-2回	10g	7.6俵	9.3俵	+1.7俵	100/101	
岡山	和気町	きぬむすめ	17a	有機 転換中	-	1回	-	14g	8.2俵*	7.2俵	-1.0俵	*昨年慣行栽培 99/99	
	真庭市	きぬむすめ	24a	有機	2回	2回	±0回	25g	5.0俵	4.2俵	-0.8俵	対照合鴨区は3.9俵 99/99	
広島	農研機構西日本センター	コシヒカリ	30a	有機	2回	0回	-2回	確認中	確認中	確認中		99/101	
山口	小布施町	山田錦	65a	有機 転換中	合鴨	0回	-合鴨	工数不足未実施	6.0俵	3.0俵	-3俵	2度の台風被害	101/105
長崎	ながさき南部生産組合	ヒノヒカリ	27a	特栽	2回 (手作業)	2回 (手作業)	±0回	0g	8.5俵	8.5俵	±0俵	99/95	
熊本	山都町	ヒノヒカリ	65a	有機	合鴨 50匹、6/10-	合鴨 20匹、6/22-	50→20匹 投入12日後	13g	7.0俵	8.1俵	+1.1俵	97/98	
鹿児島	鹿児島有機生産組合(えびの)	ヒノヒカリ	37a	有機	1回	0回	-1回	0g	8.6俵	8.0俵	-0.6俵	100/98	
	鹿児島有機生産組合(種子島)	コシヒカリ	30a	有機 転換中	-	0回	-	37g	9.2俵*	8.8俵	-0.4俵	*昨年慣行栽培 100/98	
沖縄	竹富町 2期作目	ひとめぼれ	50a	有機	0回	0回	±0回	0g	2.9俵	猪被害		105/96	

*: データは3反復平均値、新潟県農業総合研究所の栽培基準は50g以下、幼穂形成期は田植え後55日程度



Thank you