

水田裏作タマネギにおける 耕うん同時うね立て施肥マルチ栽培

柴田哲平，齋藤 晶

キーワード：水田裏作，耕うん同時うね立て施肥マルチ，農業所得，タマネギ

Development of rotary tilling, ridging, fertilizing and mulching of onions cultivation for succeeding cropping in paddy fields.

Teppei SHIBATA, Aki SAITO

目 次

1. 緒言
 2. 耕うん同時うね立て施肥マルチ栽培の作業性
 - 1) 材料および方法
 - 2) 結果
 3. 耕うん同時うね立て施肥マルチから定植までの土壌養分の推移
 - 1) 材料および方法
 - 2) 結果
 4. 耕うん同時うね立て施肥マルチ栽培の収量性
 - 1) 材料および方法
 - 2) 結果
 5. 耕うん同時うね立て施肥マルチ栽培の農業所得
 - 1) 材料および方法
 - 2) 結果
 6. 考察
 7. 摘要
 8. 引用文献
- Summary

1. 緒言

水田農業を支える担い手として集落営農法人など大規模経営体の育成が進められる中、水田のフル活用による所得向上が求められており、長崎県では水稲の後作に加工・業務用や青果用タマネギの作付けを検討している。

しかし、水稲収穫からタマネギ定植までの準備期間は短く、期間中に降雨があると適期に定植ができないことが問題となっている。また、県北地域の水田裏作タマネギ産地では無マルチ栽培が一般的で、病害や雑草が発生しやすいことから生産が不安定となっている。

そこで降雨の影響が少ないマルチ栽培を前提とし、水稲収穫後降雨の少ない10月下旬ごろ（定植1か月前）にあらかじめ定植までの圃場準備を行っておくことで、定植の遅れを招くことなく適

期定植による安定生産が可能になると考えた。

さらに、茨城県では水稲の後作に麦・大豆を栽培する際に水稲収穫後の不耕起圃場において1工程で播種までを行う「耕うん同時畝立て播種栽培」をマニュアル化している（茨城県農業総合センター農業研究所，2016）。そこで、その技術をタマネギ栽培に応用し、これまで別々の作業工程であった耕うん、施肥、うね立て、マルチングを同時に行う「耕うん同時うね立て施肥マルチ栽培」（以下同時体系）とすることで、作業の省力化および作業効率の向上による規模拡大を図ることができると考えた。

ここでは同時体系の作業性および収量性、施肥から定植までの土壌養分の推移、農業所得を調査・分析したので、その概要を報告する。

2. 耕うん同時うね立て施肥マルチ栽培の作業性

1) 材料および方法

試験圃場は長崎県諫早市の長崎県農林技術開発センター内水田圃場（灰色低地土）15aを用い、2019年10月7日に水稲「なつほのか」を収穫後、10月23日に排水対策処理（弾丸暗渠、額縁明渠）、10月25日に牛ふん5、豚ふん3、鶏ふん2の割合でブレンドした家畜ふん堆肥を3t/10a散布した。10月29日に水稲収穫後の不耕起圃場で57馬力トラ

クタに施肥散布機、薬剤散布機、ロータリ、うね形成機、マルチャーを取り付け、うね幅160cmおよびうね高15cmのうねを形成した。試験規模は長辺30m、短辺9.6m、6うねの2.88aである。図1に装置の取付け状況を、表1に取付けた装置の概要を示した。

作業速度および巡回時間、マルチ切断時間をそれぞれ当該試験規模で調査した。

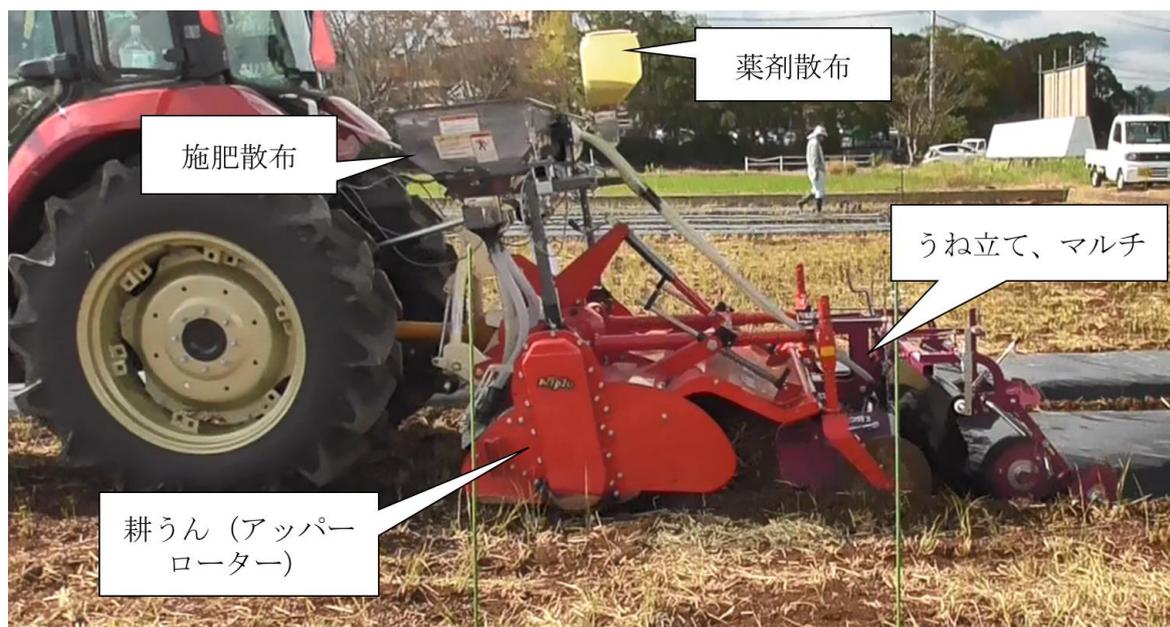


図1 耕うん同時うね立て施肥マルチ装置

表1 耕うん同時うね立て施肥マルチ装置

装置名	作業	メーカー名	型式	仕様
リヤ式施用機	施肥散布	株式会社ジョーニシ	サンソワ-GR10	リヤ型、容量100L、散布幅1200~2000mm
除草剤散布機	薬剤散布	株式会社ジョーニシ	VL-2	容量15L、散布幅2.8m、スピナー方式、散布量2~30kg
アッパーローター	耕うん	ニプロ 松山株式会社	APU1610H	全長1430mm、全幅1800mm、耕深11~15cm
後付台形整形マルチ	うね立て・マルチ	株式会社ササオカ	STA-DM121	全長1430mm、全幅1680mm、うね高150~300mm、うね天板幅860~1200mm

また、水稻収穫時に稲わらを圃場外に持ち出す処理と持ち出さない処理を行った区を設け、うね形成後のマルチ内土壌の土壌含水率、碎土率（直径2cm以下の土塊の分布割合）を10月29日に調査した。土壌含水率は、うね中央から採取した土壌を105℃の通風乾燥機で24時間乾燥させた後に秤量し、土壌含水率を求めた。碎土率は農作業試験法（農作業試験法編集委員，1987）に基づき調査した。

2) 結果

同時体系の作業速度は0.92km/hであった（表2）。

総作業時間の20.7分のうち、実作業時間は11.8分で、圃場作業効率は57%であった。また、圃場作業量は8.34a/hで、10a当たり作業時間は1.2時間と試算された。

水稻収穫時に稲わらの圃場外持ち出しの有無による土壌含水率に差はみられなかった（表3）。また、碎土率は稲わらを圃場外に持ち出した処理が90.3%、持ち出さなかった処理でも碎土率は76.3%であった。また、持ち出しの有無にかかわらずマルチの破れは無く、うねの外観にも差はみられなかった。

表2 耕うん同時うね立て施肥マルチの作業性

供試面積	試供圃場		作業速度 (km/h)	総作業時間 (分)	作業時間		圃場作業 効率 ^z (%)	圃場作業 量 (a/h)	10a当たり 作業時間 (h)
	内訳				実作業時 間 (分)	準備時間+ 巡回時間 (分)			
	長辺 (m)	短辺 (m)							
(a)	(m)	(m)	(km/h)	(分)	(分)	(分)	(%)	(a/h)	(h)
2.88	30	9.6	0.92	20.7	11.8	8.9	57	8.34	1.2

^z 実作業時間÷総作業時間×100

表3 稲わらの圃場外持ち出しの有無と耕うん後の土壌の含水率と碎土率

稲わら 持ち出し	含水率 (%)	碎土率 (%)
有	22.0	90.3
無	21.5	76.3

3. 耕うん同時うね立て施肥マルチから定植までの土壌養分の推移

同時体系では、10月下旬~11月上旬に施肥およびうね立て同時マルチを行い、定植は11月下旬~12月上旬となるため、施肥から定植まで1か月程度期間が空くこととなる。

そこで、施肥から定植までの期間中、うね内の土壌養分の推移、肥料の動態を明らかにした。

1) 材料および方法

試験は前項と同圃場で実施した。前作は水稻2018年が「にこまる」、2019年「なつほのか」で2018年は10月9日、2019年は10月7日に収穫した。

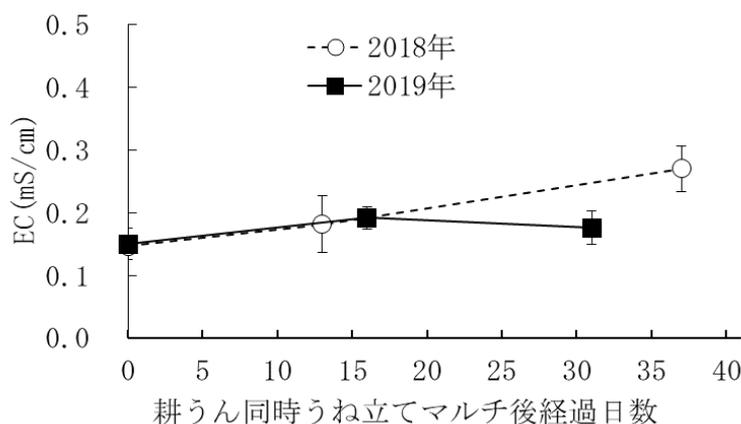
その後、牛ふん5、豚ふん3、鶏ふん2の割合でブレンドした家畜ふん堆肥3t/10aとリン酸質・石灰質資材120kg/10aを施用した。また、耕うん同時うね立てマルチは2018年10月30日、2019年は10月29日に実施し、施肥は両年ともに前日に行い、タマネギの基肥としてN、P₂O₅、K₂O=19.2、19.2、19.2kg/10aを施用した。基肥には緩効性肥料は含まれていない。定植は2018年は12月7日、2019年は11月29日に実施した。

耕うん同時うね立てマルチ後から定植時まで

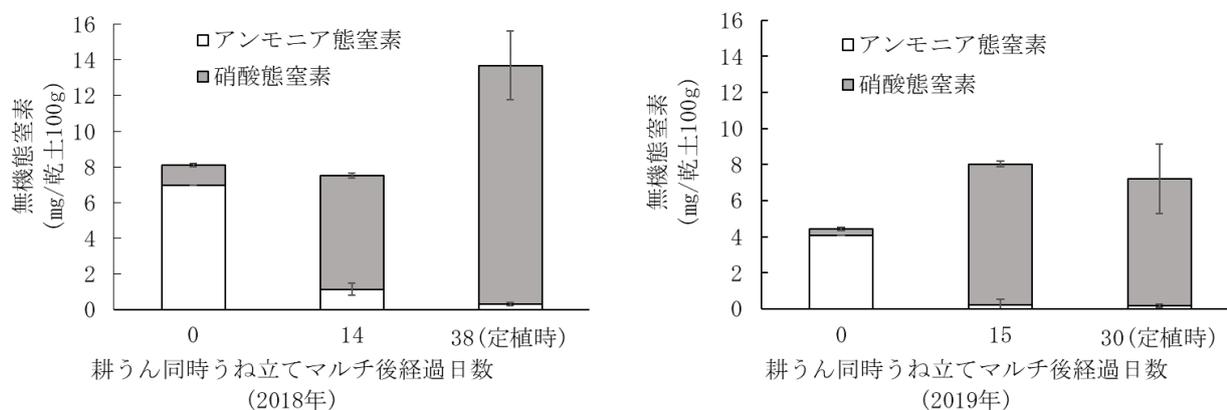
約2週間間隔で、うね内土壌をうね中央から採取し、混合風乾後、ECおよび無機態窒素を測定した。ECおよび無機態窒素の分析は、土壌機能モニタリング調査のための土壌、水質および作物体分析法（日本土壌協会，2001）に基づき行った。調査は3反復で行った。

2) 結果

施肥および耕うん同時うね立てマルチ被覆から、定植までの期間のうね内土壌中のECおよび無機態窒素は減少することなく保持された（図2, 3）。また、無機態窒素は14日後にはアンモニア態窒素が減少し、硝酸態窒素が増加した（図3）。



耕うん同時うね立てマルチ直後と定植時のECはt検定により5%水準で有意差なし
図2 耕うん同時うね立てマルチから定植までのうね内のECの推移



耕うん同時うね立てマルチ直後と定植時の無機態窒素はt検定により5%水準で有意差なし
図3 耕うん同時うね立てマルチから定植までのうね内の無機態窒素の推移

4. 耕うん同時うね立て施肥マルチ栽培の収量性

1) 材料および方法

試験は2018年および2019年の2か年とも前項と同圃場で実施した。2か年とも水稻収穫後に排水対策処理（弾丸暗渠，額縁明渠）および牛ふん5，豚ふん3，鶏ふん2の割合でブレンドした家畜ふん堆肥3t/10a散布した。

同時体系区は2018年10月30日，2019年は10月29

日に水稻収穫後の不耕起圃場でトラクタに施肥散布機，薬剤散布機，ロータリ，うね形成機，マルチャーを取り付け，耕うん，うね形成，マルチング同時に行い，うね幅160cmおよびうね高15cmのうねを形成した。慣行露地区および慣行マルチ区は家畜ふん堆肥散布後にトラクタで事前に耕うんし，2018年11月15日および2019年11月21日に

基肥を施用後、同日にトラクタのうね形成機を用いてうね幅160cmおよびうね高15cmのうねを形成した。その後慣行マルチ区は黒マルチを手作業で被覆した。肥料は全ての区で基肥、追肥ともにくみあい肥料株式会社のBB48号(N, P₂O₅, K₂O=16%,16%,16%)を用い、施肥日および施肥量は表4のとおりに施用した。供試品種は中生品種「ターザン」を用い2018年9月26日および2019年9月30日に448穴セルトレイに播種し育苗した。定植は2018年12月7日および2019年11月29日に行った。栽植密度はいずれも株間11cm条間24cmの4条千鳥植え(22,727本/10a)とした。

2018年、2019年ともに1月から5月まで毎月中旬に最大葉長、葉数を調査した。収穫は2019年5月23日、2020年は5月27日に行い、同日に収量調査した。生育、収量調査数は2018年1区48株3反復、

2019年1区20株3反復とし、生育途中で生育不良、欠株となったものは対象から除外した。

2) 結果

最大葉長は2018年では同時体系区が慣行露地区より全期間を通して有意に大きくなった(表5)。一方、2019年の最大葉長は1、2月まで同時体系区は慣行露地区を上回ったが、3月以降は有意な差が認められなかった。葉数は2019年の3月を除いて1~4月までの期間で同時体系区が慣行露地区に比べ有意に多くなった。同時体系区と慣行マルチ区は全期間を通して最大葉長および葉数に明確な差は認められなかった。

平均1球重および総収量、M以上規格の収量は同時体系区が慣行露地区に比べ有意に多くなった一方で、同時体系区と慣行マルチ区に明確な差は認められなかった(表6)。

表4 同時体系および慣行露地・マルチのうね立て日と施肥日、施肥量

年次	区	工程	うね立て日	施肥日、施肥量	N (kg/10a)	P ₂ O ₅ (kg/10a)	K ₂ O (kg/10a)
2018	同時体系	耕うん同時うね立て施肥マルチ	10月30日	基肥10/29(120kg/10a)	基肥	19.2	19.2
				追肥2/14(20kg/10a)、3/11(20kg/10a)	追肥	6.4	6.4
				計	25.6	25.6	
	慣行露地	荒起し+砕土+施肥+うね立て(無マルチ)	11月15日	基肥11/15(80kg/10a) 追肥1/15(40kg/10a)、2/14(20kg/10a)、 3/11(20kg/10a)	基肥	12.8	12.8
				追肥	12.8	12.8	
				計	25.6	25.6	
2019	同時体系	耕うん同時うね立て施肥マルチ	10月29日	基肥10/28(120kg/10a)	基肥	19.2	19.2
				追肥2/19(20kg/10a)、3/18(20kg/10a)	追肥	6.4	6.4
				計	25.6	25.6	
	慣行マルチ	荒起し+砕土+施肥+うね立て(マルチ)	11月21日	基肥11/21(120kg/10a) 追肥2/19(20kg/10a)、3/18(20kg/10a)	基肥	19.2	19.2
				追肥	6.4	6.4	
				計	25.6	25.6	
慣行露地	荒起し+砕土+施肥+うね立て(無マルチ)	11月21日	基肥11/21(80kg/10a) 追肥1/17(40kg/10a)、2/19(20kg/10a)、 3/18(20kg/10a)	基肥	12.8	12.8	
				追肥	12.8	12.8	
				計	25.6	25.6	

表5 最大葉長および葉数の推移

調査項目	年次	区	1月	2月	3月	4月	5月
最大葉長 (cm)	2018	同時体系	21.1	26.2	54.5	85.6	84.3
		慣行露地	18.1	18.7	21.8	59.4	70.6
		有意差 ^z	**	**	**	**	*
	2019	同時体系	21.5 a ^y	41.1 a	66.3 a	76.7 a	79.9 a
		慣行マルチ	20.9 a	40.6 a	65.8 a	76.2 a	79.9 a
		慣行露地	17.5 b	28.8 b	58.4 a	73.4 a	76.2 a
葉数 (枚)	2018	同時体系	3.0	4.7	6.6	8.9	8.9
		慣行露地	2.4	3.1	5.1	8.1	8.5
		有意差	**	**	**	*	n. s.
	2019	同時体系	4.0 a	5.7 a	7.4 a	9.5 a	11.1 a
		慣行マルチ	4.0 a	5.9 a	7.6 a	9.5 a	11.5 a
		慣行露地	3.2 b	5.2 b	7.1 a	8.5 b	10.9 a

^z t検定により、**は1%、*は5%水準で有意差あり、n. s.は有意差なし
^y 異なるアルファベット間にはTukeyの多重検定により5%水準で有意差あり

表6 平均1球重と収量性

年次	区	平均1球重 (g)	総収量 (t/10a)	M以上規格 ^y の 収量 (t/10a)
2018	同時体系	371	8.4	8.2
	慣行露地	263	6.0	4.9
	有意差 ^z	**	**	**
2019	同時体系	386 a ^x	8.8 a	8.8 a
	慣行マルチ	411 a	9.3 a	9.3 a
	慣行露地	328 b	7.5 b	7.5 b

^z t検定により**は1%水準で有意差あり

^y 球径が7cm以上

^x 異なるアルファベット間にはTukeyの多重検定により1%水準で有意差あり

5. 耕うん同時うね立て施肥マルチ栽培の農業所得

1) 材料および方法

同時体系の作業可能面積の試算には2. 耕うん同時うね立て施肥マルチ栽培の作業性で算出した圃場作業量および「農業機械導入利用安全指導ハンドブック」の値を参考にした。

資本装備の排水対策および同時体系関連機械は作業可能面積を踏まえ、所有割合を4人で共同利用することを前提条件として試算した(表7)。

経費や労働時間は「長崎県農林業基準技術」および「農業機械・施設便覧2020/2021」の値を参考にした。

2) 結果

同時体系の1日の作業時間を8時間とした場合の1日の作業可能面積は48aになった。また、水稻収穫からタマネギの適期定植が可能な作業期間である10月下旬～11月下旬の作業可能日数は35.1日で、同時体系の作業期間における作業可能面積は16.8haと試算した(表8)。

排水対策および同時体系の機械装備を4経営体で共同利用し、家族労働力2人の1経営体資本装備を表7のとおり想定した場合の水田裏作中生タマネギの農業所得は122aから黒字となった(表9)。また、1経営体が230a作付けた場合、6月の限界労働時間412時間(30日×6/7日×8時間×2人)に対して労働時間は414時間で、2時間雇用労働力が必要となる。同時体

系の作業可能面積(16.8ha)を4経営体で均等に按分し1経営体(家族労働力2人)が420a作付けた場合の農業所得率は33.9%となり、農業所得は4,558千円となった(表9)。

表7 資本装備(1経営体(家族労働力2人))

作業名等	機械・施設名	購入数量	所有割合
排水対策	溝堀機	1	1/4
	弾丸暗渠サブソイラー	1	1/4
耕うん同時 うね立て施 肥マルチ	施肥機	2	1/4
	粒剤散布機	1	1/4
	アッパーロータリー	1	1/4
	整形機、マルチャー	1	1/4
育苗・収穫	トラクター 45ps	1	1/4
	たまねぎ移植機	1	1
	たまねぎ収穫機	1	1
	たまねぎピッカー	1	1
その他	ねぎ類剪葉機 3.1ps	1	1
	軽トラック	1	1
	管理機 6ps	1	1
施設	動力噴霧器	1	1
	作業及び収納舎	1	1
	農具舎	1	1

表8 耕うん同時うね立て施肥マルチの作業可能面積

作業工程	圃場作業量 ^z (a/h)	1日の作業時間 ^y (時)	実作業率 ^x (%)	1日の作業可能面積 ^w (a)	作業期間	作業日数 (日)	作業可能日数率 ^v (%)	作業可能日数 ^u (日)	作業可能面積 ^t (ha)
同時体系	8.34	8	72	48.0	10月下旬～ 11月下旬	41	85.5	35.1	16.8
慣行体系	1.25			7.2					2.5

z 慣行体系（耕起（砕土）、施肥、耕うん（整地）、うね立てを別々に作業）は長崎県農林業基準技術より抜粋

y 長崎県農林業基準技術より抜粋

x 農業機械導入利用安全指導ハンドブック（実作業率基準）より抜粋

w（圃場作業量）×（1日の作業時間）×（実作業率）

v 農業機械導入利用安全指導ハンドブック（気象からみた月別機械作業可能日数）より抜粋

u（作業日数）×（作業可能日数率）

t（1日の作業可能面積）×（作業可能日数）

表9 同時体系の1経営体（家族労働力2人）を想定した規模別の経営収支

	経営面積	10 a	100 a	122 a	230 a	300 a	420 a
販売額(千円)							
販売量8000kg/10a、単価40円/kg		320	3,200	3,904	7,360	9,600	13,440
経営費(千円)		2,239	3,566	3,890	5,483	6,624	8,882
生産経費：変動費 ^z		147	1,473	1,798	3,389	4,420	6,189
生産経費：固定費 ^y		2,092	2,092	2,092	2,092	2,092	2,092
生産経費：雇用労働費 ^x		0	0	0	2	112	601
農業所得(千円)		▲1,919	▲366	14	1,877	2,976	4,558
農業所得率(%)		-	-	0.4	25.5	31.0	33.9
1時間あたり農業所得(円)		▲20,311	▲387	12	864	1,103	1,408

z 種苗費、肥料費、農薬費、動力光熱費、諸材料費、土地改良水利費、支払地代。

y 減価償却費、修繕費、小農具・作業衣料費、物件税・公課諸負担、生産管理費、支払利子。

修繕費は、購入金額のそれぞれ3.0%、1.0%で算出した。支払利子は、借入れ額を購入金額の80%とし、元金均等方式・年利2.0%で算出した。

x 821円/時間で算出した。

6. 考察

同時体系の作業速度および圃場作業効率は平均的なトラクタの作業能率（農業機械導入利用安全指導ハンドブック、2002）と同等の値となった。一方、これまで別々の作業工程であった耕うん、施肥、うね立て、マルチングを同時に行うことで、定植までの作業工程時間が短縮できることがわかった。また、別々に同様の工程を作業した場合、長崎県農林業基準技術では10a当たり耕うん4時間、施肥2時間、うね立て2時間の合計8時間（マルチングの作業時間は含まれない）となり、同時体系は1.2時間/10aであることから、約6倍以上の処理能力があることが明らかとなった。また、水稻収穫時に稲わらを圃場外に持ち出さなくても、砕土率は70%を超えており、小田原ら（2002）の報告では砕土率が70%以上なら移植の向上により苗の活着およびその後の生育が促進されたため、タマネギの収量は高位安定するとされ、うねの形成に対し何ら問題がないといえる。これは

耕うんにアップカッターロータリを用いたことで、水稻の刈株や稲わらが下層にすき込まれたためと考えられ、細川ら（2009）の結果と一致した。同時体系は作業能力が高く、水稻収穫の際に稲わらの圃場外への持ち出しが必須ではないことから、水田裏作栽培に適した技術として期待できる。

同時体系は施肥および耕うん同時うね立てマルチ被覆から、定植までの期間のうね内土壌中のECおよび無機態窒素は保持された。マルチ内の施肥窒素成分の変動に関わる要因として、マルチ内への雨水の流入、流出に伴う肥料成分の流出が考えられる。調査期間中の降水量は同時期（10月25日～12月5日）の平年降水量115.9mm（センター内観測データ2001～2010年の平均値）に対し、2018年は154.5mm、2019年は90.5mmであった。よって、降水量が平年より多いもしくは少ない場合でも土壌中のECおよび無機態窒素は保持された。これらの結果から定植の1か月以

上前にうねを形成しても、施肥窒素成分の流失等の問題がないと考えられる。

同時体系の収量性は慣行体系の無マルチ栽培に比べ優れていた。これは同時体系がマルチ被覆により無マルチに比べ厳寒期に地温が高く推移したため(データ省略)、生育が1月から無マルチ栽培に比べ旺盛になったことが、平均1球重が重くなった要因と考えられる。また、5月の葉数や最大葉長にマルチの有無による有意な差がなくても平均1球重に有意な差がみられたことから、タマネギの1球重は5月の生育より、厳寒期や3~4月の生育で決定していると考えられ、マルチ栽培による厳寒期の地温確保はタマネギの収量に大きく関わっていると考えられた。同時体系と慣行体系のマルチ栽培の生育および収量に明確な差はみられなかったことから、定植の1か月程度前に施肥およびうねを形成しても、生育、収量に

影響ないと考えられる。

同時体系は水稻収穫からタマネギの適期定植が可能な作業期間である10月下旬~11月下旬の作業可能面積は16.8haと試算でき、これまでの栽培体系比べ作業可能面積の大幅な拡大が期待できる。

本試算は同時体系の機械装備等を4経営体で共同利用する条件で420aを上限として算出を行ったが、実際の経営計画を策定する際は、労働力や営農上の工夫等、各経営体の実状を考慮して基礎データを修正する必要がある。また、同時体系導入により圃場準備作業の効率化を図ることができるが、農業所得の向上には販売量の増加やさらなる作業の効率化による労働時間の削減等の経営努力が必要である。

また、同時体系の機械装備は汎用性が高いことから水田裏作タマネギだけでなく、他品目への応用も期待される。

7. 摘要

- 1) 同時体系の圃場作業量は8.34a/hで、10a当たり作業時間は1.2時間になると試算した。水稻収穫時に稲わらを圃場外に持ち出さなくても、作業性に問題はなかった。
- 2) 施肥および耕うん同時うね立てマルチから、定植までの期間のうね内土壌中のECおよび無機態窒素は減少することなく保持された。
- 3) 同時体系は慣行露地に比べ生育および収量は

優れていたが、同時体系と慣行マルチに生育および収量に明確な差は認められなかった。

- 4) 同時体系の作業期間における作業可能面積は16.8haと試算した。同時体系の作業可能面積(16.8ha)を4経営体で均等に按分し1経営体(家族労働力2人)が420a作付けた場合の農業所得率は33.9%となり、農業所得は4,558千円となった。

8. 引用文献

茨城県農業総合センター農業研究所. 2016. 麦・大豆の耕うん同時畝立て播種栽培マニュアル

小田原孝治・水上宏二. 2002. 重粘土壌における碎土性向上のための耕耘法とタマネギの機械移植精度. 福岡県農林技術総合試験場成果情報

全国農業機械化研修連絡協議会. 2002. 農業機械導入利用安全指導ハンドブック: 農業機械効率利用と農作業安全管理の指導者向け必携書. p37-38

長崎県農林部. 2019. 長崎県農林業基準技術. p

294-297

日本土壌協会. 2001. 土壌機能モニタリング調査のための土壌、水質および作物体分析法. p p39, p75-79

日本農業機械化協会. 2020. 農業機械・施設便覧20/2021. p119, 238

農作業試験法編集委員会. 1987. 農作業試験法, p42

細川 寿, 片山勝之, 細野達夫, 塩谷幸治. 2008. 耕うん同時畝立て作業機による野菜の同時マルチとエダマメのマルチ直播技術. 中央農業総合研究センター普及成果情報

Summary

- 1) Simultaneous system of work efficiency is 8.34a/10h, it was estimated that the work time per 10a would take 1.2 hours. There was no problem in workability even if the rice straw was taken out of the field when harvesting paddy.
- 2) The EC and inorganic nitrogen in the soil in the ridges were maintained during the period from mulching to planting at the same time as fertilization and tilling without any decrease.
- 3) The growth and yield of the simultaneous system were superior to those of the conventional open field, but there was no clear difference in the growth and yield between the simultaneous system and the conventional mulch.
- 4) The workable area during the work period of the simultaneous system was estimated to be 16.8 ha. If the workable area of the simultaneous system was divided equally among the four management bodies and one management body planted 420ha, the agricultural income rate was 33.9%, and the agricultural income was 4,558,000 yen.