

ハダカムギの平均収量 450 kg/10a を目指した総合改善対策

森重陽子 秋山勉 黒瀬咲弥 辻田泉* 大森誉紀

Comprehensive improvement measures aiming for an average yield of 450 kg / 10a in cultivation of naked barley

MORISHIGE Yoko, AKIYAMA Tsutomu, KUROSE Sakuya, TSUJITA Izumi and OOMORI Takanori

要旨

愛媛県における近年のハダカムギの多収阻害要因として挙げられる排水不良および土壌の低pH、土壌の交換性カリウム含量の低下等を改善し、平均収量 450kg/10a を確保するため、個別技術および総合改善対策を開発した。排水対策として圃場周囲明渠、弾丸暗渠密施工、チゼルによる事前耕起、畝立て同時播種を実施するとともに、苦土石灰による適正土壌 pH の維持、追肥重点型施肥、麦踏みの実施により、4年間の平均収量が慣行対比で 111%となった。

キーワード：ハダカムギ、ハルヒメボシ、湿害、土壌 pH、追肥重点型施肥、排水改善、麦踏み

1. 緒言

愛媛県はハダカムギの収穫量が 1987 年産以降 34 年連続日本一であり、2019 年産では作付面積 1,790ha、収穫量は 6,950t で、全国収穫量の 34% を占めている。

県内作付面積は統計の残る 1948 年以降では 1957 年の 36,700ha が最大であり、高度経済成長期に大幅に減少し、近年は 1,700ha 前後で推移しているが、依然水田裏作として重要な位置を占めている。10a 当たり収量は、1996 年産の 458kg をピークに、近年は 300kg 未滿が続き、2016 年産では 206kg と低迷したことから、原因究明と対策が急務となった。

既報で、アメダスデータによる近年の平均気温や降水量と作物統計による県内産ハダカムギの収量との関係を重回帰分析したところ、東予では 11 月の播種時の湿害と 4 月の登熟期の湿害回避作業が重要な増収技術の一つであること、中予でも 4 月の登熟期の湿害対策が必要であるとともに、5 月の成熟期の過乾燥対策が必要なことを明らかにした（大森・辻田, 2018）。また、営農、圃場の立地、土壌環境等に係る多収阻害要因を明らかにするため、県内の 13 経営体を対象に、2016 年産～2018 年産の 3 年間に毎年異なる計 54 圃場でフィールド調査および土壌化学性分析を行った結果、成熟期の地下水位 50cm 未滿、作土内水位が成熟期で 10cm 以内、有効土層深

が 27cm 以内、土壌 pH が 5.4 以下、降雨後 2 日以内の土壌水分が 65% 以上または 25% 以下、交換性カリウム含量が 13mg/100g 以下を、多収阻害要因とその指標として抽出した（大森ら, 2020）。

そこで、気象・圃場条件による湿害を回避し、これら多収阻害を軽減する個別技術、およびそれらを組み合わせた総合改善対策を開発したので報告する。

なお、本調査は農林水産省委託プロジェクト「多収阻害要因の診断法及び対策技術の開発」の委託を受けて行った。

2. 材料および方法

2.1 個別技術

2.1.1 排水改善

2015 年播き、2016 年播きともに農林水産研究所内の排水不良水田の A17 号圃場で実施した。

2015 年播きは、排水改善区としてチゼル（S 社製 PY165-RS）で作土を事前耕起（10 月 26 日）、播種直前にロータリーで整地した後、施肥同時ドリル播種（条間 20cm、以下条間は同じ）、圃場内明渠として乗用管理機による除草剤散布の車輪跡（幅 1.35m、深さ 10cm）を付け、栽培期間中に管理機で複数回土入れにより溝を深くした。対照区として、事前耕起なしで、播種直前にロータリー耕起し、施肥同

*現 愛媛県農林水産部農業経済課

時ドリル播種，栽培期間中に管理機で 10m 間隔で土入れし，溝を形成した．両区とも事前耕起前に圃場周囲に明渠を敷設し，2m～3m 間隔で弾丸暗渠を施工，ロータリー耕の直前に苦土石灰を 100kg/10a 施用し，11 月 12 日に‘ハルヒメボシ’を 9.2kg/10a 播種した．施肥は愛媛県施肥基準にならい，10a あたり高度化成で基肥 N 7kg，中間追肥 N 2kg，穂肥 N 3kg 施用した．土入れ，麦踏みは 12 月下旬から毎月 1 回，2 月まで 3 回実施した．

2016 年播きは，排水改善区としてチゼルで 10 月 31 日に事前耕起，播種直前にロータリーで 1 回耕起した．対照区として，事前耕起なし，播種直前にロータリーで 1 回耕起した．両区とも事前耕起前に圃場周囲に明渠を敷設し，2m～3m 間隔で弾丸暗渠を施工，ロータリー耕の直前に苦土石灰を 100kg/10a 施用し，11 月 21 日に‘マンネンボシ’を 8.0kg/10a 播種した．施肥は愛媛県施肥基準にならい，10a あたり高度化成で基肥 N 7kg，中間追肥 N 2kg，穂肥 N 3kg 施用した．

栽培期間中の土壌水分を TDR 土壌水分計（藤原製作所 TDR-341F，センサー長は 20cm，以下同じものを使用）を用い，条間に鉛直方向にセンサーを刺して測定した．成熟期に稈長，穂長，穂数を調査し，坪刈り（1ヶ所 2㎡）した株を風乾，脱穀した後 2.2mm で篩選し，水分含有率 13%により，子実重，屑麦率，千粒重を求めた．試験区の反復は設けなかったが，坪刈りは各区 9ヶ所調査した．

2.1.2 追肥重点型施肥

2016 年～2019 年播きにおいて，所内の排水良好または不良の水田に，早播き（11 月上旬），普通播き（11 月中旬～下旬），遅播き（12 月中旬）の各時期に‘ハルヒメボシ’を播種した．試験数は表 1 のとおりで，計 23 試験を行

表 1 追肥重点型施肥試験の試験数内訳
(2016 年～2019 年播種)

ほ場の排水性	播種期	試験数	計
不良	早播き	3	12
	普通播き	6	
	遅播き	3	
良	早播き	2	11
	普通播き	4	
	遅播き	5	

った．慣行区では施肥基準にならい，10a あたり窒素成分で基肥 7kg，追肥 2kg，穂肥 3kg 施用し，追肥重点区では基肥 4kg，追肥①3kg，追肥②3kg 穂肥 3kg 施用した．基肥は高度化成（14-10-13），追肥および穂肥は NK 化成（14-2-16）を使用し，施用時期は概ね表 2 のとおりとした．

収量は，成熟期に坪刈りした株を風乾，脱穀した後，2016 年播きは 2.2mm，2017 年～2019 年播きは 2.1mm で篩選し，水分含有率 13%により収量を求めた．

このうち，2019 年 11 月 13 日播きの排水不良水田での試験について，茎数，葉色を随時調査した．茎数は各区 1 条 1m について，葉色は葉緑素計（コニカミノルタ SPAD502）を用いて，展開第 2 葉の葉身中央部を測定した．

成熟期に，生育調査を行った株の稈長，穂長，穂数を調査した．試験は 3 反復で行った．

2.1.3 麦踏み

2018 年 11 月 21 日に，所内の排水良好な水田 A105 号圃場に‘ハルヒメボシ’ 8kg/10a を畝立て同時ドリル播きにより播種した．試験区は麦踏み無し，2 回，3 回，4 回とし，表 3 に示す日に実施した．基肥は窒素成分で 4kg/10a とし，追肥①（1 月 17 日）3kg/10a，追肥②（2 月 18 日）3 kg/10a，穂肥（2 月 25 日）3 kg/10a 施用の追肥重点型施肥とした．基肥には高度化成（14-10-13），追肥および穂肥には NK 化成（14-2-16）を使用した．

成熟期に稈長，穂長，穂数を調査し，坪刈りした株を風乾，脱穀した後 2.1mm で篩選し，水分含有率 13%により子実重，屑麦率，千粒重を求めた．試験区の反復は設けなかった．

2.2 総合改善対策

排水改善，追肥重点型施肥，麦踏みを組み合わせた総合改善対策について，排水不良の水田において，‘ハルヒメボシ’を用い，2016 年～2019 年播種で試験した．排水改善については，弾丸暗渠，チゼル事前耕起に加えて，畝立て同時播種を実施した．ロータリーの両側面に畝立て板を設置し，畝立てと同時に播種した．慣行区では耕起播種の後に作溝した．

表2 播種時期別の追肥施用時期

播種期	追肥重点区施用時期			慣行区施用時期	
	追肥①	追肥②	穂肥	追肥	穂肥
早播き	12/上	1/上	2/上	1/上	2/上
普通播き	12/下	1/中	2/中	1/中	2/中
遅播き	2/上	2/下	2/中	2/下	2/中

表3 麦踏み実施日

試験区	麦踏み実施日(月/日)			
	1回目	2回目	3回目	4回目
麦踏み無し	-	-	-	-
麦踏み2回	1/14	1/21	-	-
麦踏み3回	1/14	1/21	2/14	-
麦踏み4回	1/14	1/21	2/14	2/18

年次ごとの試験内容、播種日を表4に示す。
いずれも苦土石灰を100kg/10a施用した。

成熟期に坪刈りした株を風乾、脱穀した後、
2016年播きについては2.2mm、2017年播き
以降は2.1mmで篩選し、水分含有率13%により
収量を求めた。試験区の反復は設けなかった。

2019年播きについては、圃場の水口側に慣
行区、排水口側に総合改善区を設置し、10月
28日より栽培期間中の土壌水分をTDR土壌
水分計を用い、播種前は無作為の位置に、播
種後は条間に鉛直方向にセンサーを刺して測
定した。1回の測定は圃場内の5ヶ所～12ヶ
所で行い、平均値を求めた。また、播種後に
それぞれ慣行区、総合改善区に近い枕地部分
に地下水水位観測用の直径7cm、深さ約55cm

の縦穴を掘り、任意の日に地下水水位を計測し
た。

播種後に各区2ヶ所の30cm四方、深さ
10cmの土を19mmの篩に通し、通過した土の
重さを全体の土の重さで除して碎土率を求め
た。

12月9日に苗立数、成熟期に稈長、穂長、
穂数を各区1条1m、3ヶ所調査した。

3. 結果および考察

試験を実施した2015年播きから2019年播
きの麦作期間中(11月～5月)の降水量(ア
メダス地点:松山)は、2015年播きで平年よ
りかなり多く、2017年播き、2019年播きで平
年並み、2016年播きでやや少なく、2018年播
きでかなり少なかった(図1)。なお、所内に

表4 総合改善対策の内容

播種年	技術の内容		播種日 (月/日)	圃場
	総合改善区	慣行区		
2016	チゼル事前耕起 追肥重点型施肥	事前耕起なし 慣行施肥	11/12	A19
2017	チゼル事前耕起 畝立て同時播種(畝幅1.5m) 追肥重点型施肥	事前耕起なし 播種後浅い排水溝(5m間隔) 慣行施肥	11/16	A29
2018	弾丸暗渠(2m～3m間隔) チゼル事前耕起 畝立て同時播種(畝幅1.8m) 追肥重点型施肥 麦踏み4回	弾丸暗渠なし 事前耕起なし 播種後浅い排水溝(5m間隔) 慣行施肥 麦踏み3回	11/15	A21
2019	弾丸暗渠(約5m間隔) チゼル事前耕起 畝立て同時播種(畝幅1.9m) 追肥重点型施肥 麦踏み3回	弾丸暗渠(約10m間隔) 事前耕起なし 播種後浅い排水溝(5-6m間隔) 慣行施肥 麦踏み2回	11/21	A20

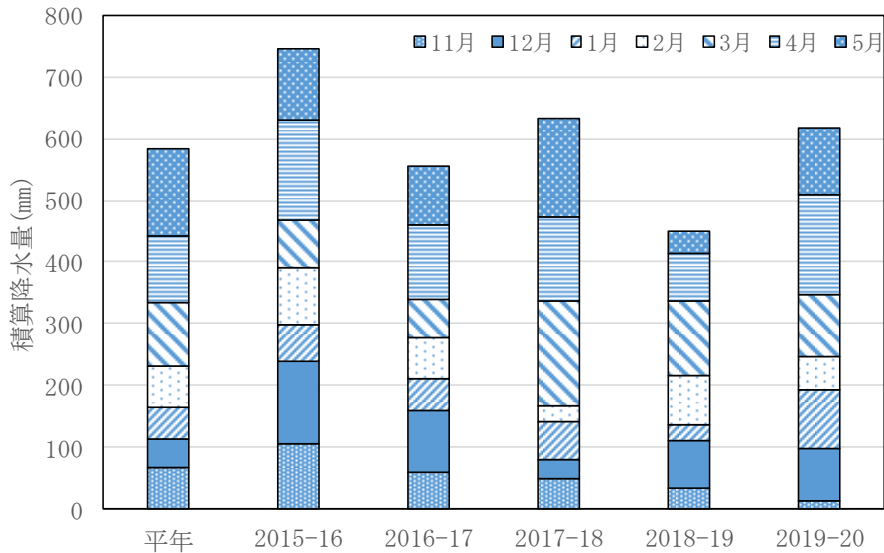


図1 麦作期間中の積算降水量 (松山)

においても気象観測を実施しているが、一部欠測があったため、アメダスデータを利用した。

3.1 個別技術

3.1.1 排水改善

2015年、排水不良の圃場において、チゼルを用いた事前耕起により播種時の土壌水分は対照区に比べて約10%低下した。さらに明渠を密に施工することにより、降雨の後の土壌水分が速やかに低下し、対照区に比べて低い土壌水分となる傾向が見られ、その傾向は1月上旬まで継続した(図2)。苗立数は両区で同数であったが、穂数は排水改善区の方が多く、わら重、子実重ともに重くなった(表

5)。

2016年の播種前の11月1日から14日までの積算降水量(松山)は61mmと、平年の168%であったが、チゼルによる事前耕起により、播種1週間前の土壌水分は対照区34.5%に対して排水改善区で18.6%と大幅に低下した。播種時の土塊分布は10mm以下が対照区の19%に対して排水改善区で55%と高く、砕土率が高かった。穂数は排水改善区で少なかったものの、子実重は対照区よりも重く、35.8kg/aであった(表6)。

2年間の排水改善試験によると、排水不良水田であっても、圃場周囲明渠、弾丸暗渠を施工し、さらにチゼルによる事前耕起を行う

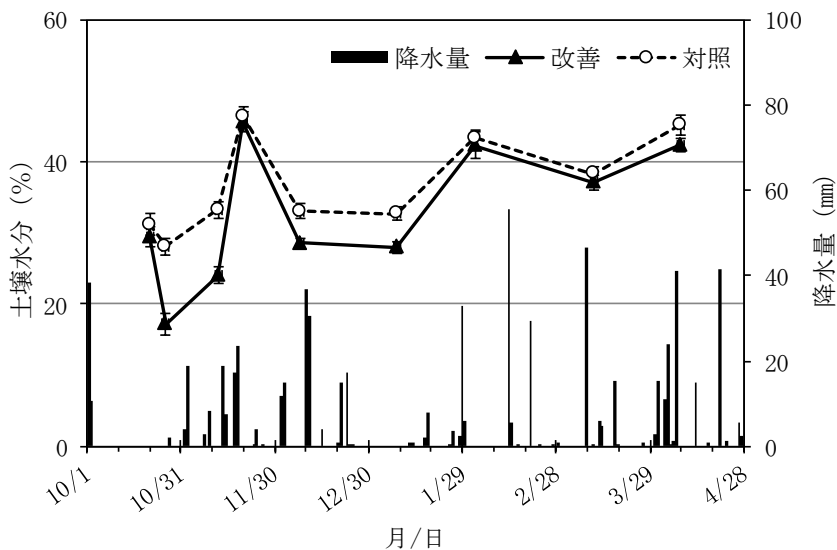


図2 事前耕起と明渠密施工が土壌水分に及ぼす影響(2015年播種)

エラーバーは標準誤差(n=18)

降水量はアメダス(松山)

表5 排水改善による‘ハルヒメボシ’の生育, 収量 (2015年播種)

試験区	苗立数 (本/m ²)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m ²)	わら重 (kg/a)	子実重 (kg/a)
排水改善区	163	81	6.4	462	73.0	43.7
対照区	163	78	6.3	413	63.9	38.9

表6 排水改善による播種時の土壌状態と‘マンネンボシ’の生育, 収量 (2016年播種)

	土壌水分 (%)	土塊分布 (%)			苗立数 (本/m ²)	穂数 (cm)	子実重 (kg/a)
		<10mm	10-20mm	20mm<			
排水改善区	18.6	55	24	22	158	378	35.8
対照区	34.5	19	15	66	144	411	32.5

土壌水分は11月14日.

ことで土壌水分は低下し, 碎土率が向上した. また, さらに圃場内明渠を密に施工することによって栽培期間中にも降雨後の土壌水分が速やかに低下し, 1月上旬まで効果が持続した. 収量は排水改善区の方が高くなったが, 目標収量には及ばず, さらに他の対策が必要と思われた.

3.1.2 追肥重点型施肥

播種年, 圃場, 播種時期が等しく, 施肥体系のみが異なる試験について, 慣行施肥の収量を横軸に, 追肥重点型施肥の収量を縦軸にプロットすると, 特に収量水準の低い事例において追肥重点型施肥により収量が増加する傾向が強かった. 排水良好な圃場では, 1点

を除いて慣行施肥でも目標収量 (45kg/a) 以上であり, 追肥重点型施肥により収量が増えたのが5点, 減少したのが5点と同数であった. 排水不良の圃場では慣行施肥で8点が目標収量に満たず, 追肥重点型施肥とすることでその全てにおいて収量が向上し, うち5点が目標収量以上となった (図3).

圃場の排水性と播種期別の平均収量を見ると, 排水良好な圃場では, 播種時期にかかわらず追肥重点型施肥としても慣行施肥と収量は変わらなかった. 排水不良の圃場では, 早播では慣行施肥でも収量が高く, 追肥重点型施肥としても変わらなかったが, 普通播きでは追肥重点型施肥とすることで15%, 遅播きでは22%増収した (表7).

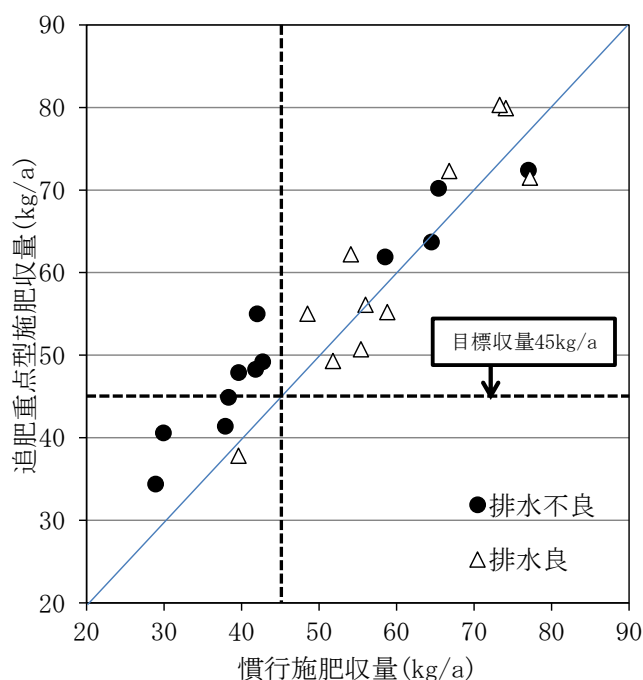


図3 排水性の異なる圃場における追肥重点型施肥の収量に及ぼす効果

表 7 排水性の異なる圃場における追肥重点型施肥の平均収量(2016年～2019年播種)

圃場の排水性	播種期	平均収量(kg/a)		割合 (%)
		追肥重点型 施肥	慣行施肥	
不良	早播き	59.2	59.8	99
	普通播き	53.0	46.1	115
	遅播き	44.6	36.7	122
良	早播き	65.3	64.8	101
	普通播き	65.7	63.7	103
	遅播き	55.3	54.1	102

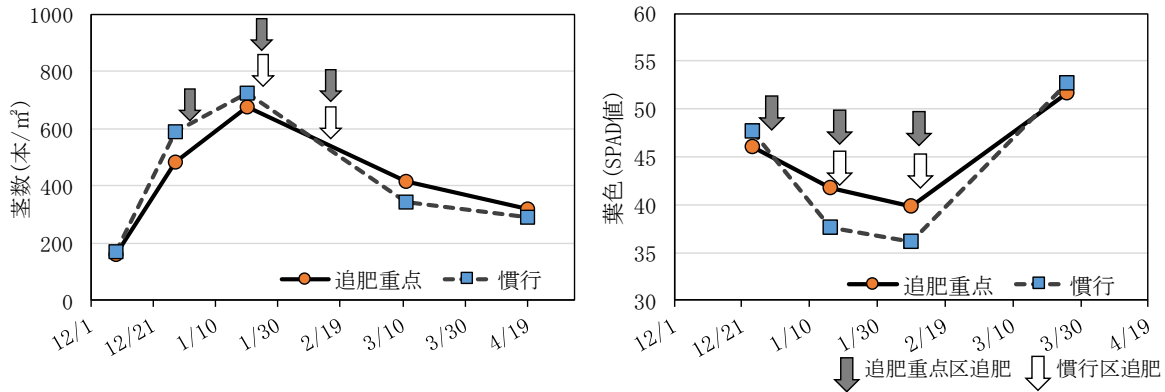


図 4 排水性の低い圃場における追肥重点型施肥の茎数(左)および葉色(右)の推移(2019年播種)

表 8 排水性の低い圃場における追肥重点型施肥体系の収量(2019年播種)

試験区	成熟期	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m ²)	子実重 (kg/a)	千粒重 (g)	硝子率 (%)
追肥重点区	5月8日	100	7.4	316	49.2	34.2	53
慣行区	5月8日	96	7.2	273	42.7	33.9	44

排水不良水田の普通播きにおいて、茎数は1月中旬まで慣行区の方が追肥重点区よりも多く、その後は逆転して追肥重点区の方が多くなった。葉色は12月下旬では同程度であったが、1月から2月は慣行区で大きく低下し、SPAD値で40未満となった。追肥重点区では1月から2月の葉色の下がり方が穏やかで、SPAD値は約40以上で推移した(図4)。

また、成熟期における稈長は追肥重点区が慣行区よりもやや長く、穂長は同程度で、穂数は多かった。子実重は慣行区の42.7kg/aに対して追肥重点区では49.2kg/aと、目標の45kg/aを上回った。硝子率は追肥重点区の方が高くなった(表8)。

以上のことから、排水不良田など、慣行施肥による収量レベルの低い圃場では追肥重点

型施肥を実施することで高い増収効果が見込まれる。

3.1.3 麦踏み

麦踏み回数を増やすほど出穂期、成熟期ともに遅くなり、穂数は多くなった。子実重はいずれも55kg/a以上と多かったが、麦踏み3回区がやや多かった(表9)。節間長は、麦踏み無し区、2回区で第V節間以下が長い傾向があった(表10)。当年は倒伏はほとんど見られなかったが、麦踏み3回以上実施することで下位節間の伸長を抑えることができ、耐倒伏性が向上する可能性がある。

また、穂数が多くなることから、低収な圃場において適切な肥培管理と組み合わせることで収量が向上する可能性がある。

表9 麦踏み回数による‘ハルヒメボシ’の生育及び収量

試験区	出穂期 (月/日)	成熟期 (月/日)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m ²)	倒伏 (0-5)	子実重 (kg/a)	屑麦率 (%)	千粒重 (g)
麦踏み無し	3/22	5/12	99	6.7	417	0.5	57.4	7.6	35.5
麦踏み2回	3/23	5/14	104	6.6	431	0	56.4	7.6	34.4
麦踏み3回	3/26	5/15	101	6.6	443	0	60.7	9.1	35.0
麦踏み4回	3/28	5/16	100	6.8	473	0	56.5	9.5	34.1

倒伏程度は無(0)～甚(5)の6段階。

表10 麦踏み回数による‘ハルヒメボシ’の節間長 (mm)

試験区	節間長					稈長
	I	II	III	IV	V以下	
麦踏み無し	37.7	21.2	16.1	12.2	10.8	98
麦踏み2回	38.3	22.3	16.7	13.9	11.2	102
麦踏み3回	37.9	22.6	16.9	12.3	6.3	96
麦踏み4回	37.5	23.1	16.6	12.4	7.2	97

各試験区10株×2反復の20株の最長稈の平均。第V節以下は合計。稈長は節間長の合計。

表11 排水不良水田で栽培した‘ハルヒメボシ’における総合改善対策の収量 (年次は播種年)

試験区	収量(kg/a)				平均
	2016年	2017年	2018年	2019年	
総合改善区	54.7	47.7	62.3	62.3	
慣行区	39.4	46.9	63.0	58.8	
割合(%)	139	102	99	106	111

表12 総合改善対策における播種後の砕土率 (2019年)

試験区	砕土率(%)
総合改善区	90.2
慣行区	81.6

砕土率は、10cm深さまでの土を19mmの篩に通し、通過した土塊の重量割合。

表13 地下水位 (2019年-2020年)

試験区	(cm)					
	12/15	12/20	1/19	2/23	4/9	5/6
総合改善区	49	45	40	27	42	>50
慣行区	>50	>50	>50	45	>50	>50

3.2 総合改善対策

排水性の劣る圃場において、弾丸暗渠、チゼル事前耕起、畝立て同時播種を実施する排水改善、及び追肥重点型施肥、麦踏みを組み合わせてることにより、収量は 47.7kg/10a～62.3kg/a と4年間を通して目標収量を上回った。慣行区と比べると、99%～139%となり、4年間の平均では慣行区対比 111%となった(表11)。

2019年播種の水稲収穫後の土壌水分は総合改善区を設置した排水口側で高かったが、弾丸暗渠の密施工とチゼル事前耕起により、播種作業までには大幅に低下し、慣行区よりも低くなった(図5)。播種後の砕土率は少雨

であったため慣行区でも良好であったが、総合改善区ではさらに砕土率が高かった(表12)。

12月下旬以降は降雨によって再び総合改善区の方が慣行区よりも土壌水分が高くなり、その傾向が続いたが、比較的好適な水分を保った(図5)。地下水位については、慣行区では50cm未満となることは少なかったが、総合改善区では栽培期間を通してほぼ50cm以内であった(表13)。穂数は総合改善区の方が多く、収量も多かった(表14)。

既報(大森ら, 2020)において、多収阻害要因として、土壌pH、土壌の交換性カリウム含量が挙げられたが、本試験では、総合改善区・慣行区ともに、苦土石灰を充分量施用し

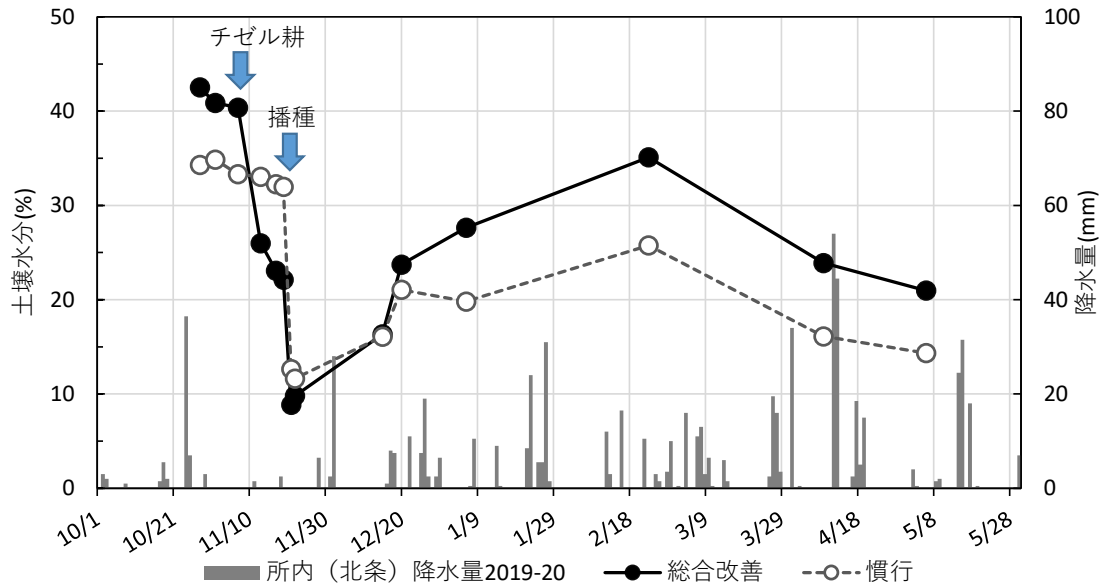


図 5 総合改善区と慣行区の土壤水分の推移(2019年播種)

土壤水分は、ロッド長 20cm の TDR 土壤水分計で測定。

表 14 総合改善対策による‘ハルヒメボシ’の生育、収量 (2019年播種)

試験区	苗立数 (本/m ²)	出穂期 (月/日)	成熟期 (月/日)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m ²)	子実重 (kg/a)	屑麦率 (%)	千粒重 (g)	硝子率 (%)
総合改善区	181	3/21	5/11	95	7.4	385	62.3	5.4	35.1	75
慣行区	198	3/20	5/10	91	7.2	343	58.8	7.5	34.5	60

て土壤 pH を改良し、カリについては、追肥に窒素単肥ではなく、NK 化成を施用することで対応したことから、この影響はなかったと考える。

4. まとめ

ハダカムギの収量向上のため、圃場周囲明渠、弾丸暗渠密施工、チゼルによる事前耕起を行う排水改善技術、および追肥重点型施肥、麦踏みの効果について検証した。

圃場周囲明渠、弾丸暗渠密施工、チゼルによる事前耕起によって播種前・播種時における土壤水分が低下し、播種時の碎土率が向上した。

基肥量を減らし、追肥回数を増やした追肥重点型施肥によって、茎数が増加し、分けつ期の葉色が維持され、収量水準の低い圃場において顕著に収量が増加した。近年、コムギやオオムギにおいて生育後期重点型の肥培管理によって収量が高まる事例が報告されており(浦野, 2013, 鎌田ら, 2014, 水田ら, 2015, 渡邊ら, 2016, 水田ら, 2017, 水田ら, 2019), 本県ハダカムギにおいても追肥重点型施肥が

増収のための有効な肥培管理方法であると言える。一方で、慣行施肥体系でも収量水準の高い圃場や、早播栽培の場合には追肥重点型施肥による増収効果は低く、倒伏や品質の面からも注意が必要と考えられる。

麦踏み回数を増やすほど下位節間の伸長を抑えることができ、耐倒伏性の向上が期待できるとともに、穂数が多くなるため、低収圃場において適切な肥培管理と組み合わせることで収量が向上する可能性がある。

畝立て同時播種を追加した排水改善技術と追肥重点型施肥、麦踏みを組み合わせた総合改善対策により、排水不良水田においてハダカムギの収量は 4 年間平均で慣行の 111% と増収した。

2016 年産ハダカムギにおいて、松前町や伊予市で、株が通常の成熟期より早く枯死して登熟不良となる枯熟れ様障害が発生し、問題となった(東ら, 2020)。枯熟れ様障害の直接的な要因は解明されていないが、気象条件や土壌条件等が複合的に作用して発生するものと考えられており(原田ら, 1965), 発生すれば大幅な収量低下につながる恐れがある。東

ら(2020)は、枯熟れ対策として土壌 pH の適正維持や堆肥施用による土壌の健全化、適正播種量による適正苗立数の確保と追肥重点型の施肥体系、麦踏みの複数回実施、明渠を増やすといった対策の組み合わせにより枯熟れ様障害が軽減したと報告しており、本試験で実証した総合改善対策は枯熟れ様障害の対策にも有効であると考えられる。

一方、追肥重点型施肥およびそれを取り入れた総合改善対策においては、硝子率が高くなる傾向が見られた。ハダカムギの品質面では、低硝子率が求められており、硝子率の低いハダカムギの生産技術を確立することが今後の課題となる。

引用文献

- 原田哲夫, 江戸義治, 古川太一 (1965) : 広島県における裸麦の枯熟れに関する研究, 広島県立農業試験場報告, 20, 1-44.
- 東善敏, 大森誉紀, 兼頭明宏, 木村宏 (2020) : ハダカムギの枯熟れ様障害対策の現地実証, 愛媛県農林水産研究所研究報告, 12, 50-54.
- 鎌田英一郎, 池尻明彦, 高橋肇, 前岡庸介, 内山亜希, 金子和彦, 中司祐典, 金岡夏美, 荒木英樹, 丹野研一 (2014) : 裸麦の収量および登熟生理に及ぼす穂肥窒素による後期重点施肥の影響, 日作紀 83 (1), 1-8.
- 水田圭祐, 荒木英樹, 高橋肇, 丹野研一 (2015) : 茎立ち開始期と止葉抽出期のみに施肥する栽培体系が, 熊本県の 2015 年産ミナミノカオリの成長や収量におよぼす影響, 日作紀中国支部研究集録, 55, 43-44.
- 水田圭祐, 荒木英樹, 中村和弘, 松中仁, 丹野研一, 高橋肇 (2017) : パン用コムギ品種「ミナミノカオリ」における穂肥重点施肥が収量や子実タンパク質含有率におよぼす影響, 日作紀, 86(4), 319-328.
- 水田圭祐, 荒木英樹, 高橋肇 (2019) : 穂肥重点施肥による多収パン用品種「せときらら」の高品質多収化, 日作紀, 88(2), 98-107.
- 大森誉紀, 辻田泉 (2018) : 作物統計と気象観測データから考察した近年の愛媛県産ハダカムギの多収阻害要因, 愛媛県農林水産研究所研究報告, 10, 19-25.
- 大森誉紀, 辻田泉, 秋山勉, 黒瀬咲弥 (2020) : アンケート調査, フィールド調査および土壌化学性分析からみた愛媛県産ハダカムギの多収阻害要因, 愛媛県農林水産研究所研究報告, 12, 55-63.
- 浦野光一郎 (2013) : 硫安を用いた一発施肥が六条大麦の生育, 収量および品質に及ぼす影響, 日作紀 80 (別 2), 224-225.
- 渡邊和洋, 中園江, 中村大輔, 西谷友寛, 西村奈月, 松島弘明, 谷尾昌彦, 江原宏 (2016) : 生育後期重点施肥がコムギの生育と収量に及ぼす影響, 日作紀, 85 (4), 373-384.