

富山県農林水産総合技術センター研究成果集  
～イノベーションで拓く！とやまブランド～

令和5年12月

富山県農林水産総合技術センター



## 目次

黒毛和種肥育における県産酒粕の飼料としての有用性	畜産研究所 . . . . P 1
電子タグを用いた標識放流からウマヅラハギの回遊を追う ～富山湾に来遊する謎を解き明かす～	水産研究所 . . . . P 3
水田土壌の保肥力の改善のために～ざる田に鉋物を補給～	農業研究所 . . . . P 5
キャベツ内部褐変症状の作付け前リスク診断と技術対策	園芸研究所 . . . . P 7
県産スギ材による木製ダムの開発	木材研究所 . . . . P 9

※本成果集は富山県農林水産総合技術センター研究成果発表会（令和5年11月7日）の抄録を掲載したものです。

# 黒毛和種肥育における県産酒粕の飼料としての有用性

副主幹研究員 新山 栄一（畜産研究所）

## 1 背景・ねらい

黒毛和種の脂肪交雑の改良が進む中、ブランド力の強化には、食味の指標となるMUFA（一価不飽和脂肪酸）やグリコーゲン（甘味）、イノシン酸（旨味）の提示が必要との考え方が広まってきている。

一方、本県では、令和4年7月から富山県産の酒粕を3か月以上給与した黒毛和種去勢牛で枝肉格付規格が4等級以上のものを「とやま和牛 酒粕育ち」としてブランド化し販売しているが、慣行飼料を給与した場合の枝肉品質との違いや特徴を食味成分等の客観的な評価により明らかにすることが求められていた。

そこで、酒粕給与が黒毛和種去勢牛の採食量から発育、肉質、食味成分等に至るまでの影響を総合的に調査したので、その結果を報告する。

## 2 成果の概要

(1) 一日当たりの濃厚飼料摂取量、稲わら摂取量及び増体量は、いずれも酒粕給与区、対照区に差がみられなかった（表1）。

しかし、濃厚飼料の月ごとの摂取量の推移については、酒粕給与区が出荷まで食欲が維持されたのに対し、対照区では出荷前3か月から食欲がやや減退（いわゆる食い止まり）する傾向がみられた（図1）。

(2) 枝肉重量は酒粕給与区、対照区に差がなく、また、BMSNo.（霜降りの程度）の平均値にも差がみられなかったが、A5等級割合については酒粕給与区が100%、対照区が80%と、酒粕給与区で高くなった。（表2、写真1、2）。

(3) MUFA割合は酒粕給与区、対照区に差がみられなかったが、グリコーゲンの含有量については酒粕給与区が5.06 mg/g、対照区が4.75 mg/g、イノシン酸については酒粕給与区が1.03 mol/g、対照区が0.74 mol/gと、有意差はないもののいずれも酒粕給与区で高くなる傾向にあった（表2）。

(4) 以上の結果、黒毛和種去牛に県産酒粕を飼料として給与すると、A5等級割合の高い枝肉が生産できるとともに、枝肉には甘味成分であるグリコーゲンや旨味成分であるイノシン酸も増加すると考えられた。また、酒粕を給与しても一日当たりの飼料摂取量やDG（日増体量）には差がなく肥育終盤の食欲減退もみられないことから、酒粕を給与した黒毛和種去牛は良好な状態で出荷ができると考えられた。

なお、今回の調査で得られたデータを基に、図2には県産酒粕給与牛の特徴をリーダーチャートで示した。

## 3 成果の活用・留意点

今回の結果は、「とやま和牛」＝高品質だけではなく、「とやま和牛 酒粕育ち」の科学的、客観的な評価として販売促進や生産拡大への活用が期待できる。

## 研究成果の概念図

表1 一日当たりの飼料摂取量及び増体量 (単位: kg)

試験区分	酒粕給与区 (n=5)	対照区 (n=5)
濃厚飼料	8.4 ± 0.5	8.9 ± 0.4
稲わら	0.46 ± 0.21	0.47 ± 0.10
日増体量	0.63 ± 0.12	0.64 ± 0.19

※平均 ± 標準偏差

(単位: kg/日)

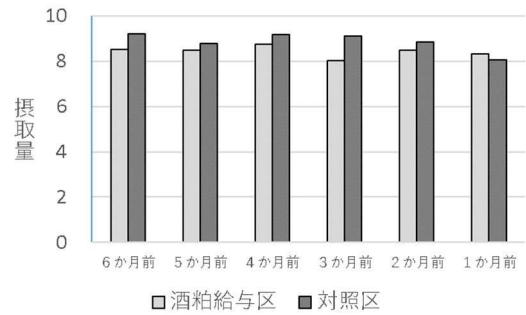


図1 出荷前6か月間の月ごとの濃厚飼料摂取量の推移

表2 主な調査項目の成績

	酒粕給与区 (n=5)	対照区 (n=5)
枝肉重量(kg)	533.9 ± 26.1	544.5 ± 32.2
BMSNo.平均	9.2 ± 0.8	9.2 ± 1.9
A-5等級割合	100%	80%
MUFA割合 (%)	60.9 ± 3.0	61.9 ± 1.9
グリコーゲン (mg/g)	5.06 ± 0.85	4.75 ± 0.71
イノシン酸 (mol/g)	1.03 ± 0.41	0.74 ± 0.42

※平均値 ± 標準偏差

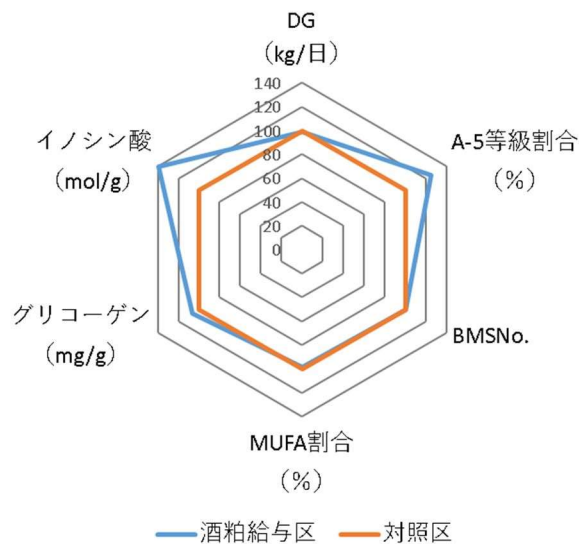


図2 酒粕給与牛の特徴 (注) 対照区を100とする



写真1 酒粕給与区のリブロース (A-5-9)



写真2 対照区のリブロース (A-5-9)

# 電子タグを用いた標識放流からウマヅラハギの回遊を追う ～ 富山湾に来遊する謎を解き明かす ～

副主幹研究員 瀬戸 陽一 (水産研究所)

## 1 背景・ねらい

富山県におけるウマヅラハギ漁獲量は、1～2月の漁獲量が年間漁獲量の約8割を占めていることから、富山湾には冬季に大量来遊してくると推察される。2013～2022年の10年間におけるウマヅラハギ漁獲量は210～973トンで推移しており、5倍近くの変動幅が生じている。ウマヅラハギの回遊生態に関する知見は乏しく、富山湾への回遊メカニズムや来遊量変動要因等は不明である。そこで本研究では、水温と深度を測定・記録する電子タグを用いたウマヅラハギの標識放流調査から遊泳特性を明らかにするとともに、漁況予測手法の開発を試みた。

## 2 成果の概要

第1背鰭棘に電子タグを装着したウマヅラハギを2022年1月25日に20個体、同年2月24日に10個体を調査船「はやつき」から魚津市沖に放流した。

その結果、2022年1月に放流した20個体のうちの13個体が富山湾内の定置網で再捕され、2022年2月に放流した10個体のうちの3個体が富山湾内の定置網で、1個体が中越沖(新潟県寺泊沖)の刺し網で、2022年7月までに再捕された(図1)。標識魚の多くは放流後1か月以内に富山湾中西部で再捕され、その後、5月に富山湾内で2個体と新潟県中越沖で1個体、7月に富山湾東部で1個体が再捕された。このことから、ウマヅラハギは冬季に水温が低下すると、富山湾に南下(避寒)回遊し、春季になり水温が上昇すると北上回遊している可能性が考えられた。

2022年5月2日に富山県氷見市沖で再捕された個体は、電子タグに記録された水温が9.5～11.0℃であった2月中旬から4月中旬にかけては深度100m前後で滞留したのに対し、その前後の比較的水温が高い期間には10～100mまでの幅広い深度を活発に遊泳した(図2)。この遊泳パターンから、ウマヅラハギの活動には水温が関係し、水温が11℃を下回ると深場で越冬していることが示唆された。

ウマヅラハギの回遊には水温の低下が影響していると考えられることから、富山湾周辺海域の水温が高いと富山湾への南下回遊が起きにくくなると想定し、1月上旬の能登半島東側海域の100m深における平均水温と富山県の1～2月のウマヅラハギ漁獲量との回帰分析をおこなったところ、水温が高い場合には、漁獲量が減少する有意な関係がみられた(図3)。

## 3 成果の活用・留意点

1月上旬の能登半島東側海域の100m深における平均水温を説明変数として、富山県の1～2月のウマヅラハギ漁獲量を推定する以下の回帰式が得られたことから、水温情報を漁獲量予測に活用できる。

$$y=5165-347.2x$$

y: 漁獲量(トン) 期待値、x: 1月上旬の能登半島東側海域の100m深の平均水温(℃)

## 研究成果の概念図

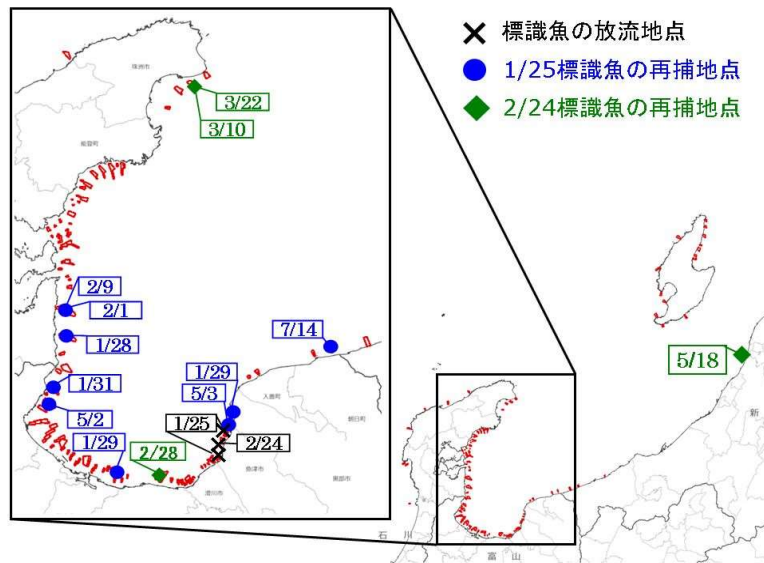


図1 標識魚の放流場所および再捕場所の位置図（枠内は再捕月日を示す）

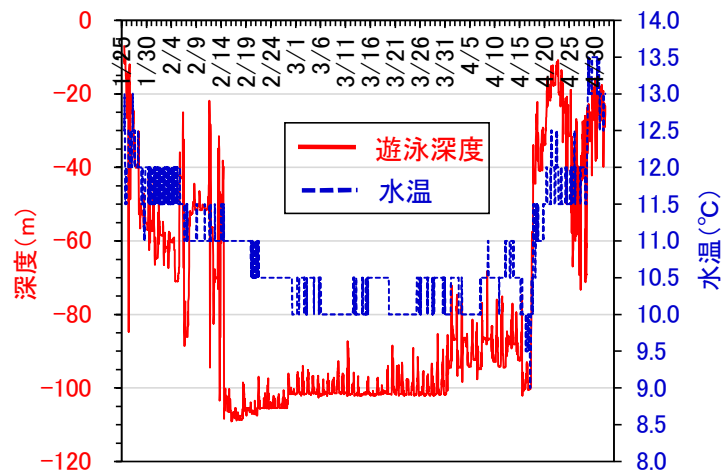


図2 2022年5月2日に氷見市沖で再捕された個体の遊泳深度と水温の経時的変化

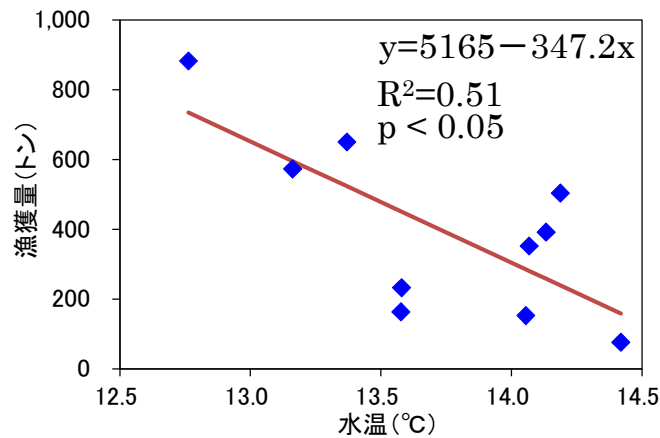


図3 1月上旬の能登半島東側海域の100 m深の平均水温と富山県の1～2月のウマヅラハギ漁獲量との関係（水温は水産研究・教育機構の海況予測システムのデータを利用）



# 水田土壌の保肥力の改善のために ～ ざる田に鉱物を補給 ～

副主幹研究員 中田 均（農業研究所）

## 1 背景・ねらい

県内の水田土壌は、田畑輪換による畑地利用の増加により地力が低下してきている。さらに、県内に多く分布する扇状地上の沖積砂質～壤質土では保肥力が低いため水稻の登熟期間における早期の稲体の活力低下が問題となっている。そこで、沖積砂質～壤質土での水稻栽培において、施肥窒素の肥効持続性と利用効率を改善するため、土壌の保肥力向上が期待できる鉱物系資材のゼオライトに注目し、その適正な利用法（大量一括施用及び少量連用施用）について検討した。

## 2 成果の概要

- (1) 土壌の陽イオン交換容量は、ゼオライト施用量に応じて直線的に増加する（図1）。
- (2) ゼオライトを連用した場合、その積算施用量の増加に伴い陽イオン交換容量も高くなる（図2）。
- (3) ゼオライトを連用すると施肥窒素の利用率が高まり、登熟盛期の葉色は濃くなる（図3）。また、収量は無施用に比べて多くなり、精玄米重も増加する傾向にある（図4）。

## 3 成果の活用・留意点

- (1) 本成果は陽イオン交換容量が低い沖積砂質～壤質土で活用できる。
- (2) ゼオライトの陽イオン交換容量は種類によって差があるため、施用量は使用するゼオライトの陽イオン交換容量を確認した上で決定する（供試資材の陽イオン交換容量:167 me/100g）。
- (3) 本成果は下表に示したゼオライト施用量、供試作物及び窒素施肥量により得られたものである。また、水稻の供試品種は「コシヒカリ」である。

表 ゼオライト施用量、供試作物及び窒素施肥量

	ゼオライト施用量 (g/m <sup>2</sup> )					
	2017	2018	2019	2020	2021	2022(年)
無施用区	—	—	—	—	—	—
200kg連用区	200	200	200	200	200	—
400kg連用区	400	400	400	400	400	—
供試作物	大豆	水稻	水稻	水稻	大豆	水稻
窒素施肥量 (g/m <sup>2</sup> )	3.0	7.4	10.1	9.5	3.0	7.5

- (4) ゼオライトを連用すると施肥窒素の利用率が高まることから、ゼオライトの積算施用量が2 t/10aの場合、水稻「コシヒカリ」では2割程度の窒素肥料の減肥が可能である。

## 4 用語の説明

- (1) 陽イオン交換容量

一定量の土壌が陽イオンを吸着・保持できる量を表す。この容量が大きいほど保肥力が高い。



# 研究成果の概念図

表 供試ゼオライトの陽イオン交換容量

陽イオン交換容量 (me/100g)
167±3

- ※1 ゼオライトの基準は 50 me/100g 以上とされている。
- ※2 県内水田の沖積砂質～壤質土の陽イオン交換容量は、3～15 me/100g 程度である。



写真 供試ゼオライト

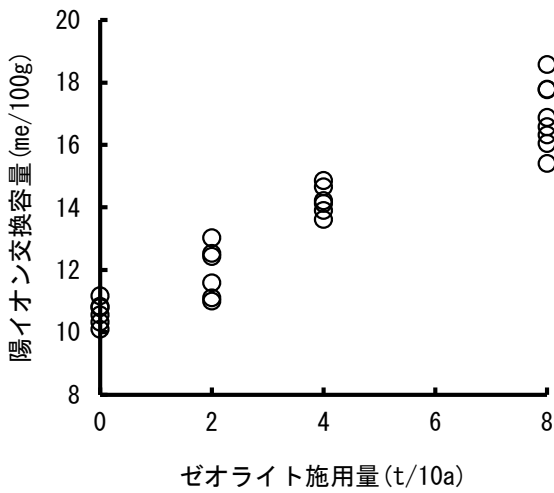


図1 ゼオライト施用量と陽イオン交換容量の関係 (2014年、一括施用)

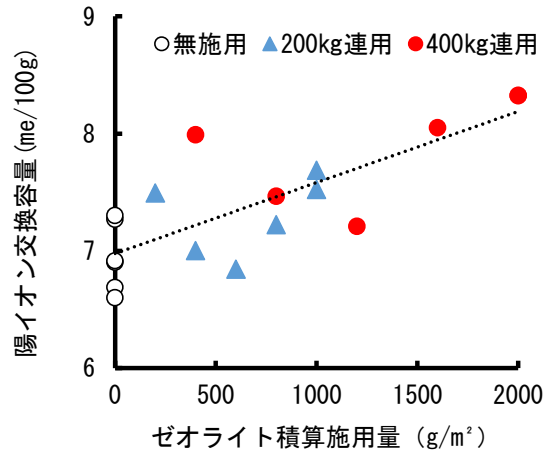


図2 ゼオライト積算施用量と陽イオン交換容量の関係 (2022年、少量連用)

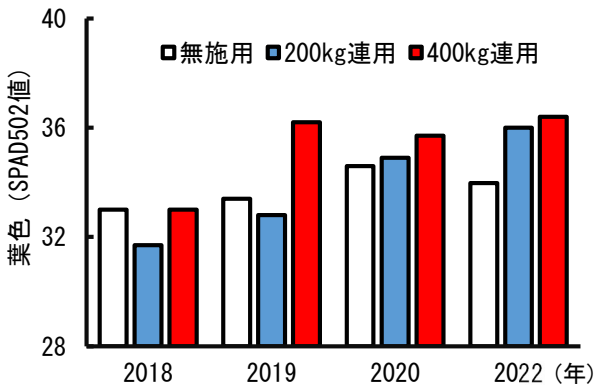


図3 ゼオライト施用量と登熟盛期の葉色の関係  
供試品種：コシヒカリ

注) 測定時期は8月中旬 (8/12～19) 出穂後10～17日

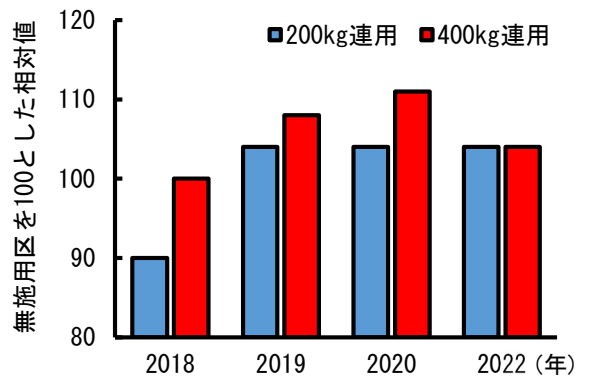


図4 ゼオライト施用量と精玄米重の関係  
供試品種：コシヒカリ

# キャベツ内部褐変症状の作付け前リスク診断と技術対策

研究員 有馬 秀和（園芸研究所）

## 1 背景・ねらい

本県の業務・加工用キャベツの秋冬どり作型では、2020年にキャベツ内部褐変症状が広域で発生し、大きな問題となった。この症状は、チップバーンや芯腐れ等と呼ばれる生理障害で、日本各地のキャベツ産地で古くから問題となっていたが、再現性のある試験が困難であった。そのため、一般的な原因とされる石灰の吸収量と被害の大きさの関係や発生を助長する要因の統計的な評価など、発生に関する基礎的な理解が進んでおらず、発生助長要因の解明と有効な対策の整理が待たれていた。

そこで、県内全域から収集した業務・加工用キャベツほ場の土壌成分や管理作業から本症状の発生助長要因を分析するとともに、発生低減に有効な対策技術を検討したので、その取り組みについて紹介する。

## 2 成果の概要

- (1) 結球のカルシウム含量が30～40 mg/100gFWで内部褐変症状の被害度がほとんど0となることから、本症状は石灰欠乏に起因していると考えられた。結球のカルシウム含量を40 mg/100gFW程度とするには、1作の石灰吸収量の目安が13 kg/10 a程度と推定された（品種：‘YR秋みどり’、弱耐性品種）。
- (2) 2019年から2021年までの県内の秋冬どり作型で、品種‘おきなSP’が作付けされたほ場における栽培実態についての情報を網羅的に収集し統計解析を行ったところ、定植時期、ほ場の排水性、土壌のアンモニア態窒素量、カリ（K<sub>2</sub>O）施用量及び根こぶ病の発生が本症状発生の助長要因として浮かび上がった。
- (3) 所内ほ場（沖積砂壤土）で、本症状の発生低減に効果的な施肥改善例を検討したところ、石灰（CaO）施用量を80 kg/10 a以上、併せてカリ施用量を20 kg/10 a前後とすることで結球のカルシウム含量が向上し、被害が低減することが明らかになった。
- (4) 明らかになった発生助長要因と効果的な施肥管理から、定植時期を軸に発生リスクを分類し対策技術を整理した。特に、8月10日以前に定植し10月収穫を目指す作型では、降雨後の畝間の滞水が1日以内となるよう効果的な排水対策を行うとともに、‘梁山泊’や‘清流堂’等の強耐性品種を使用することが重要である。

## 3 成果の活用・留意点

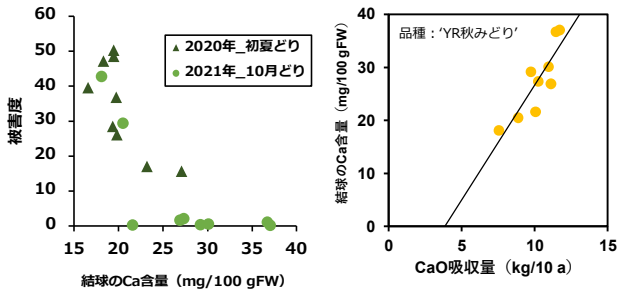
- (1) 夏まき秋冬どり作型の作付け計画において、内部褐変症状の発生を抑止するためのほ場選定、品種選択並びに栽培管理計画を立てる上での指標となる。
- (2) 春まき初夏どり作型又は夏まき秋冬どり作型を問わず、内部褐変症状の被害は品種間差異が大きいいため、新規の品種を導入する際には内部褐変症状への耐性の強弱や定植時期、栽培管理をあらかじめよく調査・検討する。

# 研究成果の概念図

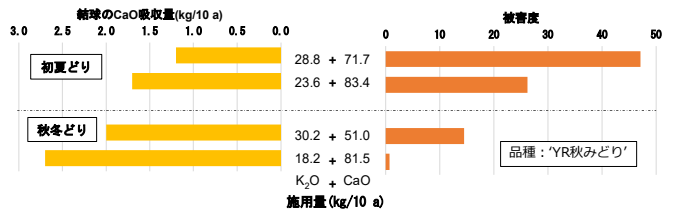
## 背景・ねらい



## 結球のCa含量からみた内部褐変症状の被害の大小と被害低減の目安となるCaO吸収量の推定



## 発生低減に効果的な施肥改善例 ～石灰およびカリ施用量に着目～



## 内部褐変症状への耐性が強い品種の選定

年度	品種	内部褐変症状		製品率 (%)	製品結球重 (kg)	理論単収 (t/10 a)
		発生率 (%)	被害度			
2021	‘清流堂’	0	—	94	1691	5.9
	‘梁山泊’	0	—	87	1787	5.7
	‘おきなSP’(対照)	13	—	85	1838	5.9
2022	‘清流堂’	0	0	60	1437	3.1
	‘梁山泊’	20	0.4	95	1764	5.9
	‘輝吉’(対照)	100	5.6	94	1845	5.5

## 発生助長要因に基づいた対策技術の整理

判断指標	判断基準 <sup>2)</sup>	判断
定植時期	8月10日以前の定植	高い
ほ場の排水性	30mm以上の降水後に畝間の停滞水が消失するまで1日超	高い
土壌アンモニア態窒素量	1.17 mg/100 g乾土以上	高い
根こぶ病の発生	ヘソディムにおける発病リスクが2より大きい	高い
カリ施用量	26.8 kg/10 a以上	高い

<sup>2)</sup> ROC解析において有意 (P > 0.05) な予測能があるとされた因子のカットオフ値

対策技術	定植時期	7月末～8月上旬	8月中旬	8月下旬
	発生リスク	レベル3	レベル2	レベル1
ほ場の排水対策	・排水性の良いほ場を選定する ・ほ場条件に応じた効果的な排水対策の実施する	◎	◎	◎
根こぶ病対策	・根こぶ病の発病リスクが低いほ場を選定する ・根こぶ病のヘソディムに準じて、酸度矯正、殺菌剤の土壌混和・苗灌注等を実施する	◎	◎	○
品種選定	適切な耐性の品種を選定する	「強」	「中」以上	—
施肥	・土壌アンモニア態窒素が基準以下のほ場を選定する (採土時期：6～7月) ・CaO施用量を80 kg/10 a以上とし、K <sub>2</sub> O施用量は26.8 kg/10 a以下とする	◎	○	—

◎：重要、○：推奨、—：可能であれば実施

# 県産スギ材による木製ダムの開発

木質構造課長 柴 和宏（木材研究所）

## 1 背景・ねらい

土木分野における木材の利用拡大を目指し、木材研究所では、これまで県産スギ間伐小径材を利用して、山腹斜面の雪崩や、海岸の潮風・飛砂を防ぐといった治山用木製構造物を開発してきた。そして現在、県産スギが本格的な伐期を迎えるなか、出材される原木が大径化しており（図1）、これを有効活用していくことが求められている。こうした背景のもと本研究では、大径材から採取される製材を活用して（図2）、治山用の木製ダムを開発するとともに、実用化を目指して農林振興センターの協力のもと氷見市小竹及び魚津市東城の2か所で試験施工を行った。

## 2 成果の概要

### （1）木製ダムの構造

建築の柱材として用いることが多い正角材を井桁状に組んで、内部に石を詰めることにより木製ダムを構成した。正角材には、断面が15 cm角、長さ約2 mの県産スギ材を用い、設計図面等（図3）に基づいて加工場であらかじめ裁断や孔あけ加工をしたのち（図4）、直径16 mmの異形棒鋼（これも加工場で所定の長さに裁断した）に通しながら組み立てる方式にした（図5、6）。このように事前加工をしておくことで、足場が悪く、狭い施工現場でも効率良くかつ確実に組立て作業することができる。

### （2）試験施工の概要

治山ダムは、設置後に上流側に土砂を堆積させることで、①溪流の不安定土砂を安定させたり、②溪床勾配を緩くすることで溪岸浸食を防いだりすることを目的としている。こうした点を考慮しながら、氷見の施工においては、既存のコンクリート製ダムの下流側の基礎部分における洗掘（土砂流出）を防ぐ副ダムとして木製ダムを設置した（図7）。また魚津の施工では、荒廃溪流において溪床の勾配を緩くすることで溪流を安定させることを目的に木製ダムを上下流に2基配置した（図8）。

### （3）木製ダムの設置要件

今回の試験施工の設置要件としては、土石流の発生が少ない溪流を対象とし、木製ダムの高さを3 m程度以下とした。また、耐久性を考慮し、常に流水のある場所を選んだ。木材が常に水に浸潤した状態であれば、空気に触れにくくなるため、木材部材の腐朽を抑制することが期待できる。

## 3 成果の活用と今後の展開

木製ダムの施工コストは、従来のコンクリート製の場合と比較して同等程度だった。一方、工期については、コンクリート製のように型枠を組み、生コンを打設して硬化させるといった時間を必要としないため大幅に短縮することができた。

現在、南砺市で3か所目の試験施工を行っているところである。これまでの成果を踏まえて、設計施工マニュアルを作成し、今後の実用化に繋げていきたい。



# 研究成果の概念図

## 背景・ねらい



図1 増える県産スギ大径材の出材量

建築に向かない材も  
土木分野で  
有効活用



図2 大径材から2丁取した15cm正角材

## 成果の概要

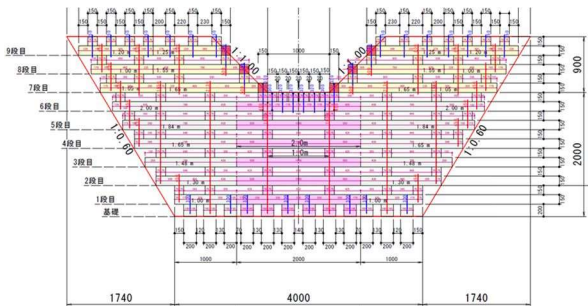


図3 木製ダム設計図面の例



図4 15cm正角材への孔あけ加工



図5 枠材の仮組状況



図6 現地での組み立て状況



図7 既存コンクリート製ダムの下流側の洗掘を防ぐことを目的に設置した木製ダム



図8 上下流に2基連続して木製ダムを配置して荒廃溪流を安定化