

研究論文

蟹殻廃棄物が植物苗の生育に及ぼす効果

松野 敏英^{1*}, 牧田 礼望²

¹ 福井工業高等専門学校 未来社会デザイン工学科 材料・生物系 (〒916-8507 福井県鯖江市下司町),

² 福井市光陽中学校 (〒910-0026 福井県福井市光陽4丁目7-1)

* matsuno@fukui-nct.ac.jp

Effects of Crab Shell Waste on the Growth of Plant Seedlings

Toshihide MATSUNO^{1*}, Ayano MAKIDA²

¹Materials Science and Bioengineering Division, Department of Engineering the Future Society,
National Institute of Technology (KOSEN), Fukui College (Geshi, Sabae, Fukui 916-8507, Japan)

²Koyo Junior High School (4-7-1 Koyo, Fukui, Fukui 910-0026, Japan)

(Received May 18, 2026; Accepted June 21, 2026)

Abstract

This study examined the growth-promoting effects of crab shell waste on plant seedlings using two experimental approaches. In the first experiment, seeds of radish (kaiware daikon) were sown and cultivated in aqueous solutions derived from crab shell extract at dilution ratios of 15-, 60-, 150-, and 300-fold, with tap water serving as a control. Germination rates were higher in the 15- and 60-fold treatments than in the others. In addition, these treatments resulted in significantly longer seedlings than the other treatments ($P < 0.05$). In the second experiment, biodegradable seedling pots incorporating crab shell materials were fabricated using traditional Japanese paper from Fukui Prefecture. Eighteen days after sowing, radish seedlings (hatsuka daikon) grown in crab shell-amended pots exhibited significantly greater seedling lengths than those grown in pots without crab shells ($P < 0.05$). These findings demonstrate that crab shell waste can promote early plant growth under specific conditions and highlight its potential as a sustainable agricultural resource.

Keywords: Crab shell waste, Plant growth promotion, Germination rate, Seedling length, Japanese paper

1. 緒言

福井県は国内有数のズワイガニの産地である。近年では、漁獲対象外である小型個体(稚ガニ)の保護等の資源管理によってズワイガニの漁獲量は増加傾向にある。2025年度の福井県のズワイガニ漁獲量は過去最高である511tに達した[1]。蟹の重量の約半分は蟹殻であることから、2025年度には約250tの蟹殻が副産物として発生し、その多く

が廃棄されており、蟹殻の有効利用が課題となっている。

蟹殻は廃棄物である一方で、有用な生物資源としての側面も有している。蟹殻に含まれるキチン、キトサン、およびキチンナノファイバーは、植物の生育促進効果を示すことがこれまでに報告されている。例えば、キトサンは発芽促進、発芽率の向上、初期成育の促進が認められている[2-4]。キチンやキトサンを施用した土壌において、レタスや

ダイズの生育量および収穫量の増加が報告されている[5-7]。キチンナノファイバーの施用による植物の病害抵抗性誘導効果も報告されている[8-10]。

蟹殻廃棄物の有効活用を検討する上で、環境負荷の低減や地域産業との連携も重要な観点である。越前和紙は、福井県越前地方で生産されている和紙であり、同県を代表する伝統工芸の1つである。越前和紙の起源は、日本に紙が伝来した4~5世紀頃にさかのぼり、約1500年の歴史を有するとされている。現存する最古の越前和紙は、正倉院に所蔵される「越前国大税帳」（天平2年、730年）が知られている[11]。越前和紙は2014年に国指定重要有形民俗文化財に指定されており、とりわけ「越前鳥の子紙」は2017年に国指定重要無形文化財に指定され、さらに2025年にユネスコ無形文化遺産に登録されている。近年では持続可能な素材としても注目されている。また、近年では農業分野においてもプラスチック資材の使用に起因する環境負荷問題が顕在化しており、生分解性資材への転換が求められている[12, 13]。

以上の背景から、地域の廃棄物である蟹殻と、地域の伝統工芸である越前和紙に着目した。そこで本研究では、蟹殻廃棄物の農業資源としての有効利用を目的として、(1)蟹殻抽出液を用いた栽培試験、(2)和紙を基材とした蟹殻含有育苗ポットを用いた栽培試験、の2種類の試験を実施し、蟹殻が植物苗の生育に及ぼす影響を検討した。

2. 方法

2.1 蟹殻由来の栽培溶液の調製およびカイワレの栽培

蟹殻は身を除去したズワイガニの殻を使用する。50 gの蟹殻を小片（約0.5~1.0 cm）に破碎した後、蟹殻に対して3倍量である150 mLの水道水を加えて、オートクレーブ滅菌（121℃, 15 min）に供する。蟹殻の小片を除去するためにオートクレーブ滅菌後の溶液をろ過して、蟹殻抽出液（これを3倍希釈液とする）を得る。この蟹殻抽出液を水道水で希釈して、4条件の栽培溶液（15, 60, 150, 300倍希釈）を調製する。この4条件の栽培溶液およびコントロールとして水道水を用いて計5条件でカイワレの栽培試験を行う。栽培試験に用いるカイワレの種子は市販品であ

るかいわれ（株式会社アタリヤ農園）、土壌は肥料成分を含まない赤玉土（小粒、株式会社コメリ）である。1個の栽培容器に、180 g（乾燥重量）の赤玉土を入れ、12粒の種子を播種する。種子を播種した土壌に100 mlの栽培溶液（15, 60, 150, 300倍希釈）または水道水（コントロール）を加えて、カイワレを栽培（25℃, 72 h）する。この栽培試験を独立に3回実施し、栽培期間中に発芽率および草丈の大きさを測定する。

2.2 和紙を基材とした蟹殻含有育苗ポットの作製

蟹殻含有育苗ポットは材料として破碎した蟹殻および和紙を用いて作製する。蟹殻は、破碎処理に供して2種類の粉碎粒度（粉碎された蟹殻の大きさ）である蟹殻を調製する。本研究では、この2種類の蟹殻を「蟹殻粉末（約1 mm以下）」および「蟹殻破碎（約2~5 mm）」とする。和紙の原料は株式会社五十嵐製紙からご提供いただいた。和紙の原料に蟹殻粉末または蟹殻破碎を加えて紙漉きを行い、2種類の蟹殻含有和紙を作製する。コントロールとして和紙のみ（蟹殻を含有しない）も作製する。和紙が乾燥しないうちに容器に被せて、完全に乾燥するまで放置（20℃, 10日間）する。和紙が乾燥した後に、和紙を容器から取り外して、3種類の育苗ポット（蟹殻粉末育苗ポット、蟹殻破碎育苗ポット、蟹殻なし育苗ポット）を作製する。作製した育苗ポットは上部開口を有する円錐台状（上部直径8 cm、底部直径5 cm、高さ9 cm）である。

2.3 蟹殻含有育苗ポットでのハツカダイコンの栽培

ハツカダイコンの栽培試験は、種子は市販品である赤丸はつかラディッシュ（株式会社トーホク）、土壌は先述した赤玉土を用いる。本研究で作製した3種類の育苗ポット（蟹殻粉末育苗ポット、蟹殻破碎育苗ポット、蟹殻なし育苗ポット）はそれぞれ2個を用いて、育苗ポットに赤玉土を入れ、育苗ポットあたり3粒の種子を播種する。市販されている植物栽培用のプランター（約650×220×180 mm）に赤玉土を入れ、プランターあたり2個の育苗ポットを赤玉土に埋める。すなわち、各条件あたり2個の育苗ポットで計6粒の種子を栽培する。これらのハツカダイコンの栽

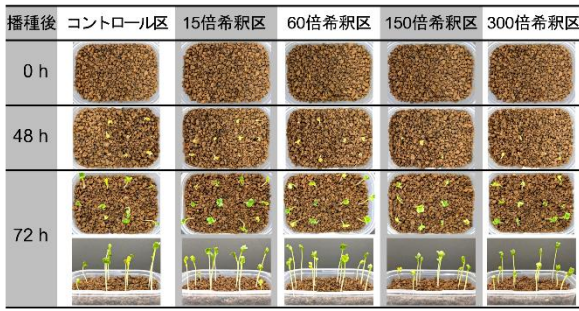


図1. カイワレの栽培試験

表1. カイワレの栽培試験における発芽率および草丈

試験区	種子数 (粒)	発芽率 (%)		草丈 (mm) 72 h
		48 h	72 h	
コントロール区 (水道水)	36	63.9	83.3	45.5±9.6 A
15倍希釈区	36	75.0	100.0	52.8±8.0 B
60倍希釈区	36	72.2	100.0	53.3±7.1 B
150倍希釈区	36	55.6	80.6	46.0±7.2 A
300倍希釈区	36	58.3	88.9	45.8±9.1 A

縦列異符号間に有意差あり (AB: $P<0.05$)

培試験は屋外で 23 日間 (令和 7 年 10 月 8 日～31 日) 実施する。栽培期間中に草丈および双葉の大きさを測定する。

3. 結果および考察

3.1 蟹殻由来の栽培溶液を用いたカイワレの栽培

カイワレの栽培試験は 4 条件の栽培溶液 (15, 60, 150, 300 倍に希釈) およびコントロールとして水道水を用いて実施した (図 1)。栽培溶液の pH は, 15 倍希釈が 7.5, 60 倍希釈が 7.2, 150 倍希釈が 7.1, 300 倍希釈が 7.0 を示した。栽培溶液に含まれる蟹殻由来成分はその調製過程からキチン, カルシウムイオン, 炭酸水素イオンおよび炭酸イオン, 可溶性ペプチドおよびアミノ酸の存在が想定される。しかしながら, これらの成分の分析は実施していないため, 以上は推定に基づくものである。本栽培試験の結果, 播種後 48 時間での発芽率の平均値は, コントロール区 (水道水) が 63.9%, 15 倍希釈区が 75.0%, 60 倍希釈区が 72.2%, 150 倍希釈区が 55.6%, 300 倍希釈区が 58.3%であった。播種後 72 時間での発芽率の平均値は, コントロール区が 83.3%, 15 倍希釈区が 100.0%, 60 倍希釈区が 100.0%, 150 倍希釈区が 80.6%, 300 倍希釈区が 88.9%であった。また, 播種後 72 時間での草丈の平均値は, コントロール区が 45.5±9.6 mm, 15 倍希釈区が 52.8±8.0 mm, 60 倍希釈区が 53.3±7.1 mm, 150 倍希釈区が 46.0±7.2 mm, 300 倍希釈区

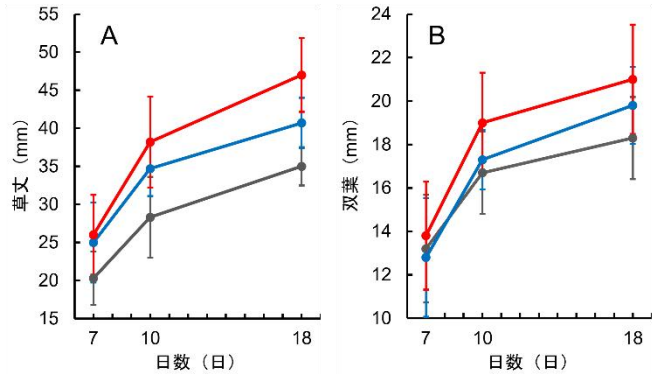


図2. ハツカダイコンの栽培試験. 各育苗ポットにおける草丈 (A) および双葉 (B) の大きさ、播種後23日目の苗の生育 (C)。赤色: 蟹殻破砕育苗ポット、青色: 蟹殻粉末育苗ポット、灰色: 蟹殻なし育苗ポット (コントロール)。

が 45.8±9.1 mm であった (表 1)。本研究の結果, 15 倍および 60 倍希釈区で栽培したカイワレは他の栽培区と比較して, 高い発芽率を示し, さらに有意に大きい草丈が認められた ($P<0.05$)。この結果は, キチンおよびキトサンが種子発芽および初期生育を促進するという既報と一致する [5-7]。キチンおよびキトサンは植物においてエリシターとして認識される高分子多糖である。この認識を起点として, 細胞内シグナル伝達経路であるミトゲン活性化プロテインキナーゼ (MAPK) カスケードを介してキチナーゼ等の防御関連酵素の発現が誘導される。また, 植物細胞内に活性酸素種が生成し, この活性酸素種が防御応答シグナルとして機能すると同時に軽度の酸化ストレスを生じさせて, 抗酸化酵素の発現が誘導される。さらに, これらのシグナルはオーキシシン等の植物ホルモン経路と相互作用し, 細胞伸長や代謝活性化に関与する成長関連遺伝子の発現も誘導する。これらの遺伝子発現の誘導によってキチンおよびキトサンが植物の生育を促進することが報告されている [14, 15]。このような蟹殻由来の成分が, 本研究での発芽率および草丈の増加に寄与したことが考えられる。

3.2 蟹殻含有育苗ポットでのハツカダイコンの栽培

ハツカダイコンの栽培試験は 3 種類の育苗ポット (蟹殻粉末育苗ポット, 蟹殻破砕育苗ポット, 蟹殻なし育苗ポット)

ト)を用いて実施した。その結果、播種後18日目の草丈の平均値は、蟹殻粉末育苗ポットが 40.7 ± 3.3 mm、蟹殻破碎育苗ポットが 47.0 ± 4.9 mm、蟹殻なし育苗ポット(コントロール)が 35.0 ± 2.5 mmであった(図2-A)。この播種後18日目の草丈は、蟹殻含有育苗ポット(蟹殻粉末育苗ポット、蟹殻破碎育苗ポット)と蟹殻なし育苗ポットの間有意差($P < 0.05$)を示し、蟹殻含有育苗ポットで栽培した苗の草丈が有意に大きいことが認められた。また、播種後18日目の双葉の平均値は、蟹殻粉末育苗ポットが 19.8 ± 1.8 mm、蟹殻破碎育苗ポットが 21.0 ± 2.5 mm、蟹殻なし育苗ポットが 18.3 ± 1.9 mmであった(図2-B)。これらの3種類の育苗ポット間での双葉の大きさに有意差は認められなかった。ハツカダイコンの生育の状態を比較すると、蟹殻なし育苗ポットよりも蟹殻含有育苗ポット(蟹殻粉末育苗ポット、蟹殻破碎育苗ポット)の方が生育の促進が認められた(図2-C)。これらの結果は、キチンおよびキトサンが植物の初期生育および生理応答を活性化するという既報[5-7]と一致しており、本研究においても蟹殻由来の成分がハツカダイコンの草丈の生育を促進したことが考えられる。近年、農業分野でのプラスチック資材の使用による環境負荷が問題となっており、生分解性資材への転換が求められている[12,13]。本育苗ポットは、土壌に埋設してから約1カ月で分解・溶解することが確認され、土壌環境下での生分解性を有することが明らかになった。本育苗ポットのこの挙動は環境負荷低減に貢献する可能性を示している。

4. 総括

本研究では、福井県で発生する蟹殻廃棄物の生物資源としての利活用を図るため、蟹殻が植物苗の生育に及ぼす影響の評価を目的とした。さらに、蟹殻廃棄物と地域産業の連携に着目し、同県の伝統工芸である和紙を用いた蟹殻含有育苗ポットを作製した。蟹殻抽出液を用いたカイワレの栽培試験および本育苗ポットを用いたハツカダイコンの栽培試験を実施した結果、蟹殻由来の成分がこれらの植物苗の生育を促進することが示唆された。カイワレでは、蟹殻由来成分が即時供給されたことによって、発芽および初

期生育に対して短期間での濃度依存的な促進効果が認められた。一方、ハツカダイコンでは、蟹殻を含有する育苗ポットからの蟹殻由来成分の徐放供給によって、長期間にわたり持続的な生育促進が生じたと考えられる。すなわち、両試験における生育応答の差異は、成分の供給様式(即時と徐放)および植物の生育段階の違いに起因する可能性が示唆される。また、本育苗ポットは土壌環境下での生分解性を有することから、環境負荷低減および地域資源循環の両立に寄与する素材であることが示唆された。このため、本育苗ポットの更なる研究の進展および実用化によって、

- (1) 蟹殻由来成分による植物生育の促進、(2) 蟹殻廃棄物の有効利用、(3) 伝統工芸である和紙の新規用途の創出、(4) プラスチック製育苗ポットの代替による環境負荷の低減、(5) 和紙製育苗ポットの土壌分解による定植作業の省力化、が期待される。

謝辞

本研究は、令和7年度 福井高専ジュニアドクター育成塾クラフテックラボの支援を受けて実施いたしました。和紙の原料は株式会社五十嵐製紙からご提供いただきました。心より感謝いたします。

引用文献

- [1] 福井県漁海況情報 第0号, 福井県水産試験場 海洋資源研究センター (2025)
- [2] Sarhang, M. et al., Comparison of the effects of cytokinins and chitosan on in vitro seed germination and organ development in radish, *Plant Cell Tissue Organ Cult.*, 154, p. 29-41 (2023)
- [3] Saberi-Riseh, R. et al., Chitosan coating of seeds improves the germination and growth performance of plants: a review, *Int. J. Biol. Macromol.*, 278 (4), 134750 (2024)
- [4] Shahrajabian, M. H. et al., Sustainable agriculture systems in vegetable production using chitin and chitosan as plant biostimulants, *Biomolecules*, 11 (6), 819 (2021)
- [5] 鄭紹輝 ら, キトサンの土壌混和处理が根粒着生及び非着生系統ダイズの生育収量に及ぼす影響, *Coastal*

Bioenvironment, 5, p. 15–20 (2005)

- [6] Kaufmann, M. et al., Soil type and associated microbiome influence chitin's growth promotion effect in lettuce, *Phytobiomes J.*, 8, p. 248–261 (2024)
- [7] Malerba, M. and Cerana, R., Recent applications of chitin- and chitosan-based polymers in plants, *Polymers*, 11 (5), 839 (2019)
- [8] Azuma, K. et al., Preparation and biomedical applications of chitin and chitosan nanofibers, *J. Biomed. Nanotechnol.*, 10 (10), p. 2891–2920 (2014)
- [9] Ifuku, S. et al., Preparation of chitin nanofibers with a uniform width as α -chitin from crab shells, *Biomacromolecules*, 10 (6), p. 1584–1588 (2009)
- [10] Ifuku, S. et al., Preparation and characterization of optically transparent chitin nanofiber/(meth) acrylic resin composites, *Green Chem.*, 13 (7), p. 1708–1711 (2011)
- [11] 笠井文保, 和紙生産の立地とその変遷 (10), *農村研究*, 56 号, p. 25–36 (1983)
- [12] Abbate, C. et al., Soil bioplastic mulches for agroecosystem sustainability: a comprehensive review, *Agriculture*, 13 (1), 197 (2023)
- [13] Ramadhani, A. M. et al., Potentials of synthetic biodegradable mulch for improved livelihoods on smallholder farmers: a systematic review, *Front. Agron.*, 6, 1454060 (2024)
- [14] Stasińska-Jakubas, M. and Hawrylak-Nowak, B., Protective, protective, biostimulating, and eliciting effects of chitosan and its derivatives on crop plants, *Molecules*, 27 (9), 2801 (2022)
- [15] Makechemu, M. et al., Chitin soil amendment triggers systemic plant disease resistance through enhanced pattern-triggered immunity, *Plant Biotechnol. J.*, 23 (11), p. 5032–5044 (2025)