

# 食品廃棄物で産業振興

～農業資源を活用した新たなビジネスと食品ロス削減を目指して～



岩手県立花巻農業高等学校

食農科学科 2・3年 ソーセージ研究班

# 1 研究の動機

「廃棄物と地域資源で産業振興！」

岩手県北上市二子町の伝統野菜である二子里芋（ふたごさといも）の頭芋は、毎年20〜30トンほど廃棄処分されています。それをソーセージに添加することで新製品の開発を実現、この4年間で私たちは355kgの有効利用につなげることができましたが割合で見るとわずか1.8%ほどです。

廃棄物の消費には限界があり、その消費拡大と廃棄物として捨てられる量を抑えることが課題となっています。さらに私たちの開発してきたソーセージは1種類しかありません。

そこで、地域に埋もれている利用価値のある素材を発掘し、種類を増やして開発・商品化すれば、廃棄物の消費量を延ばすだけでなく、さまざまな地域資源を循環させるビジネスチャンスが来る！そして、それが農家の売上げになり、新たな産業振興の第一歩になる！という仮説を実証するため研究を始めました。



# 2 研究目標

- 地域に埋もれている利用価値のある素材を使ったソーセージの開発を行う。
- 商品化を実現し、廃棄されている資源の消費サイクルを構築する。
- 農家や企業のビジネスとして、売上げに貢献できる循環システムを成立させる。



# 3 研究計画

研究1年目は、地域資源の有効利用を目指し、製造技術を譲渡した企業での商品化に重点を置き、研究2年目は食品ロス削減のため賞味期限を延ばした商品の開発を計画しました。

月	1年目 (R5年度)	2年目 (R6年度)
4	先輩方からの技術指導	4 開発⑩ 連携企業で商品化 共同製造②
5	地域資源の発掘調査	5 微生物検査 (賞味期限の分析) ルプリン抽出実験
6	微生物検査・阻止円実験	6 連携企業への実験公開
7		7 連携企業へのルプリン抽出液の方法を譲渡
8		8 連携企業とホップ農家の連携開始
9	開発①	9 賞味期限のクロスチェック
10	開発② 企業・農家訪問 商品開発 開始第1弾	10 卒業論文・研究発表
11	開発③	11 花巻祭販売 商品開発 開始第2弾
12	開発④・⑤ 試験販売	12 卒業
1	開発⑥・⑦ ルプリン抽出実験 企業へ技術の譲渡	
2	開発⑧・⑨ 連携企業で商品化 共同製造①	

# 4 研究内容

この4年間、これまで開発してきた二子里芋ソーセージを広めるため、企業に製造技術を譲渡して販売できる場所を探していました。しかし、多くの企業に「できない！」と断られ、諦めかけていたところ、班のメンバーが花巻市内の食肉卸売業、株式会社きむらさんに交渉、即「協力します！」と快諾、遂に企業と連携した研究がスタートしました。



はじめに行ったのが、地域資源の発掘です。昨年10月、私たちは花巻バイオマスエナジーの高橋社長より「発電の際に余った熱で栽培しているキクラゲを利用できないか」と相談を受け、早速、キクラゲを使ってソーセージを製造しました。しかし、思ったよりキクラゲの存在感を出すことが難しく、乾燥と生のキクラゲを、何度も配合を変えて製造し、連携企業からアドバイスも頂きながらの試行錯誤が続きました。結果、生より強度が2倍以上の乾燥を、肉に対して10%添加することで歯ごたえと存在感を引き出すことに成功しました。

さらに、キクラゲと言えば豚骨ラーメンというイメージがあり、地元ラーメン店の協力により豚骨スープを頂戴しソーセージの出汁水として使用、紅ショウガを入れることで彩りと食感にアクセントを持たせました。

開発を繰り返した結果、既存の二子芋ソーセージをベースにキクラゲを使った2商品と頭芋や規格外の花巻産アスパラガスを新たに添加した1商品、計3商品を約半年かけ開発し試験販売を経て、3月23日の商品化に漕ぎつきました。

事前告知としてマスコミに生放送などで取り上げていただいたことで学校に問い合わせの電話が殺到しうれしい限りでした。

販売会前日、私たちは期待を胸に企業で製造した1,800本の商品の試食検査をしました。ところが脂肪分離しぼそぼそとした食感で、旨味が全くないソーセージになっていました。「これでは販売できない!」という絶望と焦りを感じるとともに明日の販売会を中止することも頭をよぎりましたが、「楽しみに待っている地域の皆さんを裏切りたくない。」という一心で、連携企業と総出で作り直し、販売日に何とか間に合わせることができました。

いよいよ販売当日、想像をはるかに超えて2時間の販売会は大盛況に終わりました。里芋農家さんからも「おうちの芋を使ってくれてありがとう!」という声などを頂き「これからも地域の活性化に貢献していこう」とみんなで誓いました。

**キクラゲの配合割合(試行錯誤の繰り返し)**

回	乾燥キクラゲ	生キクラゲ
1	1%	5%
2	0%	7%
3	10%	0%

開発1回目 開発2回目 開発3回目

RS 11.17 「キクラゲの食感が感じられない!」  
RS 12.15 「美味しいソーセージができた!」

**キクラゲの食感の研究**

キクラゲの強度実験(5検体平均)

生	乾燥
418g	854g

2倍以上

乾燥キクラゲ(水戻し) キクラゲ6% 生キクラゲ7% 乾燥キクラゲ10%

歯ごたえ・存在感

**キクラゲソーセージの具材案**

キクラゲといえど 豚骨スープ使用 (ラーメン店:とんこつ王様) 出汁水 紅ショウガ 彩りUP

**6ヶ月間の開発を繰り返した結果... 約半年かけ開発**

二子芋ソーセージの配合をベースにした開発

キクラゲ使用 頭芋使用 規格外アスパラガスの使用

R6年3月23日 商品化 KIOXIAで試験販売

**販売会前日 試食検査1,800本/3種類**

ぼそぼそとした食感で、旨味が全くない... 大失敗!

脂肪分離!!

「これでは販売できない!」と思い販売会中止も検討...

**R6.3.23 ソーセージ商品化 (11:00~13:00マルカンビル1階)**

二子芋農家の高橋豊さんと小原紀実也さん

「おうちの芋を使ってくれてありがとう!」

高橋豊の社長さん 高橋紀実也さん 花巻バイオマスエナジーの社長さん

これからも地域活性化に貢献しよう!

販売会が終わった後も注文が殺到し、前回の失敗をもとに製造方法を私たちが直接企業にアドバイスするなど、現在は安定した商品に成長。地元有名店を始め、他4店舗で販売し、さらに温泉施設のバイキングなどに普及拡大を計画しています。

現在の3商品の売上げは、50万円を超え、延べ3,600本の普及になっています。この結果、廃棄物や地域資源の消費が進み、年間で合計1.2トンほどの消費を見込んでいます。社長さんからは「製造が追いつかない状態が続いています。」という声を頂き、地域に求められる商品を育成することができました。

私たちは、この商品の安全性を担保するために、食品微生物の授業で学んだ微生物検査を行いました。しかし、商品化前に試験的に製造した連携企業のソーセージを17日間保存すると一般生菌と乳酸菌から、食品衛生検査指針の300個未満を優に超える、1万個以上の菌が見られ、その数に衝撃を受けました。そこで企業に花農版ハサップの衛生管理を提案し、製造工程中の温度管理を見直していただきました。

これらをきっかけに、ホップの樹脂成分「ルプリン」がもつ抗菌物質を抽出しソーセージに添加することで微生物を抑制できるのではないかと仮説を立てました。

この研究は、先輩から受け継いだもので、ルプリンには抗菌力が存在しているというところまでは分かっていました。

先輩方は、ルプリンの抽出方法として熱水を使用していました。私たちは有機溶媒で抽出を行うことにしました。溶媒やその濃度を変えながら70℃2時間振とう培養器で、2%ルプリン溶液を抽出。その溶液を使用し、有害菌を混ぜた一般生菌と乳酸菌の培地の中心部にろ紙を置き、0.1ml滴下、その周りに透明な円を形成し雑菌の侵入を阻止できれば、抗菌力の有意性を判断できる阻止円実験を行いました。

結果、様々な溶媒で抽出したルプリン溶液の中で最も阻止円の形成が顕著だったのが47%以上のアルコール濃度で抽出した溶液でした。それを肉に対して、10%添加したところ、同じ日に製造した保存期間82日のコントロールと比較しても発生した菌数が規定以下で、安全係数0.8をかけると、市販の賞味期限25日を大きく上回る65日の賞味

**R6.3.23販売会後も注文殺到!!**

(株)ハンズクリエイトさんへ直接指導    マルカンビル大食堂【花巻市】    (株)きむら【花巻市】

工場長 高橋道也さん    ソーセージ研究所    2か所の自動販売機【北上市】    とんこつ王様【花巻市】

**温泉バイキングへも普及計画中**

**現在は安定した商品に成長!**

**3商品の売上げと地域資源の消費(2ヶ月間の実績値)**

製造回数	博多	マルカン	北上	袋数	資源(kg)	実績値	見込値	計
1	150	150	150	450	頭手	130	1,000	1,130
2	75	75	75	225	アスパラ	10	50	60
3	-	-	225	225	キクラゲ	1	10	11
計	225	225	450	900	計	141	1,060	1,201
単価(円)	648	615	486	-				
売上げ	145,800	138,375	218,700	502,875				

製造が追いつかないです

**50万円 3,600本 地域資源1.2トン消費**

(株)きむら 社長 木村宏徳さん

**連携企業3商品の安全性の担保(商品化前)**

保存期間	種類	一般生菌		乳酸菌		賞味期限	
		表面	中心	表面	中心		
17日間	博多	350×10	75×10	192×10	560×10	×	
		420×10	550×10	<10	4×10		
	マルカン	724×10	64×10	1×10	6×10	×	
		116×10	320×10	284×10	432×10		
	北上	196×10	70×10	576×10	1120×10	×	
		150×10	600×10	<10	128×10		
	花巻	ソーセージ	356×10	3×10	472×10	1172×10	×
			640×10	1000×10	3×10	852×10	
			144×10	13×10	372×10	248×10	

花農版ハサップの衛生管理を提案(温度管理)

肉温10℃    ホイル78℃/15分    ホイル90℃/3分

**ホップ樹脂成分「ルプリン」の抗菌力の利用**

先輩から継承 R3:種花の使用

R4:ルプリン未抽出

R5:ルプリン液抽出

ルプリン

ソセージの微生物を抑制

**抗菌力が存在!**

仮説:ソーセージに添加で微生物を抑制

**阻止円実験**

ディスク(ろ紙)	ルプリン溶液	一般生菌(SPC培地)	ルプリン濃度	乳酸菌(BCP培地)
有意性を判断	0.5% 1.0% 1.5% 2.0% 2.5% 3.0%	阻止円の形成が顕著		
		アルコール濃度47%以上		
		10%添加		

K社25%    47%エタノール    W社35%    47%シン    G社47%    75%ラム

期限をつけることができました。

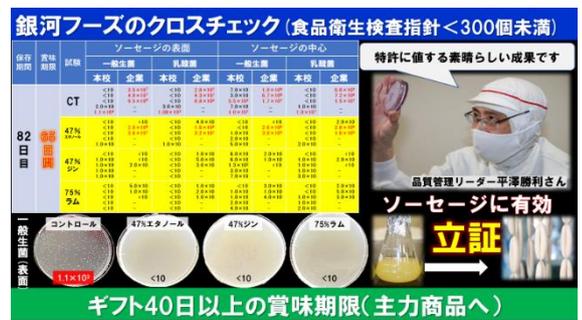
これによってルプリンの高い抗菌力を証明。銀河フーズ株式会社のクロスチェックでも認められ、品質管理リーダーの平澤さんから「これは、特許に値する素晴らしい成果です。」と評価していただき、仮説のとおりソーセージに有効であることを立証。ギフトに対応できる40日以上の賞味期限をつけたことで、連携企業の主力商品への使用が決定しました。

このことから、遠野市のホップ農家と銀河フーズの連携が開始したことでホップのビール以外への利用拡大と期限切れによる食品ロス削減が見通しが立ちました。農家さんからも「ホップの可能性を広げた過去に類のない研究だ」とのお言葉をいただき、生産者と企業の橋渡しをすることができました。

この活動が、全国放送をはじめ各報道機関で紹介、イオンエコワングランプリで環境大臣賞を受賞した他、環境甲子園など外部でも高く評価して頂きました。

## 5 研究の成果

- (1) 私たちが開発した製品を企業で商品化したことで、廃棄物や規格外の地域資源を年間1.2トン消費し頭芋だけでも年間5.3%分の有効利用を見込むことができました。
- (2) 私たちの研究で、捨てられているものなどからビジネスの循環システムを成立させ、販路を開拓したことで農家や企業の年間売上げに貢献できる見通しが立った。
- (3) 廃棄物や規格外などの地域資源に利用価値をつけることができ、消費サイクルの構築につなげることができた。



研究の成果

2. 私たちの研究で、捨てられているものなどからビジネスの循環システムを成立させ、販路を開拓したことで農家や企業の年間売上げに貢献できる見通しが立った。

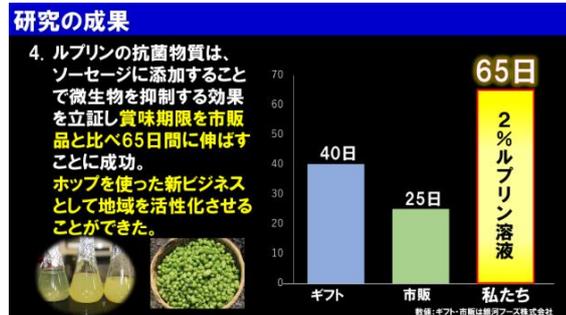
	北上市の農家	花巻市の農家	バイオマスイエナジー	きむら
品目	頭芋	アスパラ	キクラゲ	3種類ソーセージ
実績	6,500	1,000	2,000	502,875
見込み	100,000	5,000	22,000	1,508,625
計	106,500	6,000	24,000	2,011,500

単価: 円

農家、企業への年間売上げに貢献

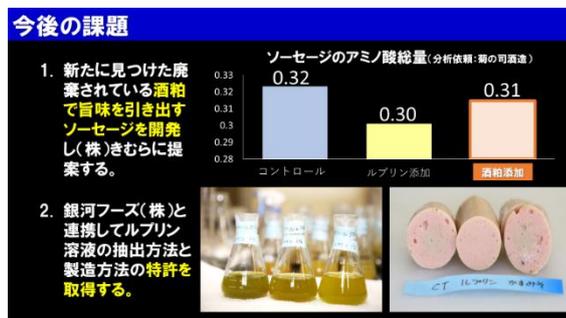


- (4) ルプリンの抗菌物質は、ソーセージに添加することで微生物を抑制する効果を立証し賞味期限を市販品と比べ65日に伸ばすことに成功。さらに、ホップを使った新たなビジネスとして地域を活性化させることができた。



## 6 今後の課題

- (1) 新たに見つけた廃棄されている酒粕で旨味を引き出すソーセージを開発し株式会社きむらに提案する。
- (2) 銀河フーズ株式会社と連携してルプリン溶液の抽出方法と製造方法の特許を取得する。



## 7 最後に

私たちは、廃棄される資源を廃棄されたままにするのではなく、地域資源としての有効利用を推進させ、地域活性化と産業振興の第一歩になることを宣言します！





環境大臣賞

研究・専門部門



岩手県立花巻農業高等学校 ソーセージ研究班

# 食品廃棄物を使った ソーセージ×長期保存で フードロスを削減!

20年以上にわたり、地元食材を使ったソーセージを製造している花巻農業高校のソーセージ研究班。地元の特産品である二子さといもの廃棄物を使ったソーセージは、なめらかな舌触りが評判の人気製品です。現在取り組んでいるのは、長期保存ができるソーセージの開発。期限切れによる食品ロスの削減を目指します。

1 廃棄量は毎年30トン以上!?

食品ロスと農業の危機を救いたい

こだわりの、地域食材を使用し、地域の産業や経済の活性化を後押しすることです。  
豚肉に合わせる原料として注目したのが、同県北上市特産の「二子さといもの親芋」。食感が落ちる親芋は、毎年30トン以上廃棄されています。「親芋を使用して、食品ロスと地域の農業の衰退を食い止めたい」と廃棄物を使ったソーセージづくりを開始しました。



飽きずに食べ続けられる味にこだわります

2 オリジナルパン商品も開発

廃棄物でおいしさグレードアップ



二子さといものを加熱して凍らせたもの



ソーセージが太く食べ応えがあると好評

製造にあたっては、「二子さといも」だけでなく、香辛料の種類や配合量などの試行錯誤を重ねました。誕生したのが、素材のうまみを感じるソーセージです。  
県内のベーカリーと共同で、花巻里芋ウインナードッグを開発し、4日間のイベントで2000個を完売しました。  
「親芋を捨てるのはもったいない」という認識を浸透させることができました。

3 まだまだ続くソーセージ研究

バイオマス発電とソーセージの意外な関係



清掃も大切な作業のひとつ!

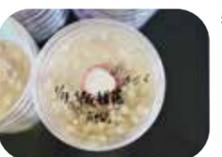
ソーセージづくり発展をみせ、新商品が続々と誕生しています。生徒の間でとくに人気なのが、地元企業がバイオマス発電で余った熱を使って栽培しているキクラゲを、ふんだんに練り込んだソーセージ。販売会を行い、メディアで注目を集めたこともあり、地域食材の普及につながっています。



ソーセージの製造では、成型が一番楽しいと話す生徒多数! 上達するとスピードが上がる

4 失敗は成功のもと!

ついに証明できた抗菌力



赤く丸を付けているところが阻止円です

しかし再検証でも微生物が発生する事態に。濃度やレシピを見直しても微生物が発生し、抗菌力を実証できません。  
企業の方に相談し、阻止円という実験方法を教えていただくことに。有害菌を混ぜた培地の中心に、菌の繁殖を阻止する円が現れるかを検証するもので、実験の結果、ついに抗菌力を実証できました。



円が現れたときは嬉しかった!

ソーセージで岩手を盛り上げます!



授業や部活動と並行しながらでも頑張れるのは、何よりソーセージ作りが楽しいから。ソーセージを通じた地域活性化を目指して、歩み続けます。

花巻農業高校の敷地内には、詩人の宮沢賢治が暮らしていた建物に移築復元されているよ



もっと詳しい活動内容はこちら



## 地域資源の有効活用で 新たなソーセージを

食農科学科ソーセージ研究班は、地元産の食材や未利用資源を使ったソーセージの開発に取り組みんでいます。HACCPに基づいた衛生管理を取り入れ、賞味期限を延ばすことも目標にできました。長期保存が可能になれば、ギフト用としても販売できる上に、食品ロス削減につながります。

この研究に取り組むなかで、私たちは遠野市が日本一の栽培面積を誇るホップに着目。抗菌作用を持っていると言われるホップですが、遠野市産のものは現在ビールの原料としてのみ利用されています。そこで「この地域資源を有効活用したい」と思い、ホップを活用した長期保存が可能なソーセージの開発をめざすことに。これが実証できれば、遠野市のホップ、花巻市の白金豚、北上市の二子里芋（規格外品）と、地元産の食材を使用した長期保存が可能なソーセージの製造が可能になります。これを地産地消につなげることで、地域の活性化に貢献するだけでなく、生産者の意欲向上も期待できると考えました。

## 抗菌力の検証に 悪戦苦闘する14カ月

はじめに、ホップのがく片であり、抗菌物質と思われる毬花をそのまま加熱し、エキスとして使用。しかし、ソーセージに添加した際に微生物が発生し、賞味期限を延ばすことができませんでした。そこで「毬花本体ではなく、内部の樹脂であるルプリン※に抗菌力が存在するのではないかと」の仮説を立てました。さっそく「微生物利用」食品製造などの授業で学んだことをふまえ、毬花のエキスを使ったソーセージを製造。その結果、初菌8日目でコロニーが形成されたため、再度ルプリンの抗菌力を検証することにしました。

元キリンビール主任研究員でホップ博士の村上敦司さんから提供していただいた論文によると、ルプリンは80℃以上になるとイソα酸に変化して苦みがより強くなり、それとともに抗菌力が下がるため、80℃を維持して処理することがポイントだとわかりました。

## 我らホップ調査隊 ルプリンの抗菌力と ソーセージ開発に関する研究



ルプリンの抗菌力を調査。賞味期限をどの程度延ばすことができるか、分析を行っています

溶液を添加した区（0・1%、0・2%、0・3%）と、濃度0%の対照区を設けました。その後、空中落下菌を接種し、48時間培養した結果、濃度が上がるにつれて菌の数が減少傾向になっていることがわかりました。「0・4%ルプリン溶液が菌を抑えられる境界線になるのではないかと」仮説を立て、実験したところ、0・4%ルプリン溶液の12検体はコロニーが現れず、抗菌作用が確認されました。

この結果から、0・4%ルプリン溶液を肉に対して10%添加し、ソーセージを製造。6日目でコロニーが形成されたため、ホップ博士の村上さんと銀河フーズ株式会社生産管理室長の河内信明さんに相談したところ、「培地上では有効でも、ソーセージに入れるなら0・4%だと薄い」と教えていただきました。

里芋と肉の熟成に使っている米麴に菌が付着していると想定し、それらを使わないソーセージと、前回より6倍近く濃度を高めた2・2%ルプリン溶液を添加したソーセージを製造し、抗菌力を再検証。しかし、初菌4日目でコロニーが形成され、またしても賞味期限をつけることができず失敗。研究が振り出しに戻り、私たちは落ち込みました。



心部に置いたろ紙にルプリン溶液を添加し、48時間培養。菌が培地全体に拡散するときに、ルプリン溶液が添加されたろ紙の周りだけ、サークル状に菌の繁殖を阻止することができれば、抗菌力があることを証明できます。

一般生菌に対して有効なのか調べるため、保存テストの際に培養した菌を取り出して実験に取り組んだところ、阻止円がはっきり見られました。こうして、14カ月の試行錯誤の末、ルプリンに抗菌力があることを仮説のとおり実証できました。

※ルプリン…ホップの毬花の内部にある黄色い粒状の樹脂で、苦味物質や芳香物質が含まれている

地元食材でつくった自慢のソーセージをよりよいものにしたと、研究を重ねています。めざせ、サステイナブルな商品開発！



## ホップペレットから 広がる可能性

しかし、毬花には季節性（収穫期…8月下旬～9月上旬）があり、年間をとおして入手するのは困難です。そこで、いつでも手に入りやすいホップペレットに着目。これはホップをすり潰して圧縮し、タブレット状に加工したものです。ルプリンもすり潰された状態になるため、抽出する手間が省けるうえに、溶液の濃度に安定性が出ます。

私たちは、ソーセージから出た一般生菌と乳酸菌に対してホップペレットが有効なのかを探るため、ホップペレット抽出液を使って阻止円の実験を繰り返し行いました。その結果、3%はどちらの培地も阻止円が見られなかった反面、5%以上はどちらも阻止円が見られました。それにより、ホップペレット抽出液は、一般生菌や乳酸菌にも有効であることを確認。企業によるクロスチェックでも安全性が立証され、私たちの検査技術も評価



阻止円について学んだことにより、ルプリンの抗菌力を実証することができました

## 第12回 イオンエコワングランプリ 表彰式 主催：公益財団法人イオンワンパーセントクラブ

共催：公益財団法人イオン環境財団、毎日新聞社 後援：文部科学省、環境省



この研究を「第12回 イオンエコワングランプリ」で発表したところ、研究・専門部門の環境大臣賞を受賞しました！

されました。現在もホップペレット抽出液を使用したソーセージで賞味期限を30日以上に延ばすことをめざして、研究を継続しています。また、肉を固くする乳酸菌や耐熱性芽胞菌のバチルス属（納豆菌）とクロストリジウム属（ボツリヌス菌）に対するホップの抗菌力を実証することも大きな目標です。これからもサステイナブルな商品開発を推進し、食品ロス減少のきっかけづくりと、地域の農業や食産業へのさらなる貢献を約束します！

※クロスチェック…1つ以上の異なる方法や観測資料などによりチェックを行うことで、確認や検証の精度や信頼性を高める手法の一つ