



内閣総理大臣賞(2件)

内閣総理大臣賞
「個人・グループ・学校」分野

受賞者名

三重県立相可高等学校生産経済科

所在地

三重県多気郡多気町

受賞テーマ

バイオマス産業のまちづくりを目指して～消化液の液肥利用への取り組み～

受賞者の所在地である三重県多気町ではバイオマス発電所の誘致に取り組んでいる。多気町は松阪牛の肥育、伊勢いも、次郎柿などの特産品があり、農業も盛んである。また、高校生レストランのある町として食についても力を入れている。そこで、図1のようなバイオマス産業集積によるまちづくりを多くの企業や団体と協働し目指した。



図1 目指す地域図

多気町が目指すバイオマス発電所は木質バイオマスだけでなく農業と食のまちとして、食品残渣を利用したバイオマス(ガス)にも取り組んでいる。バイオマスの成功に向けて原料の確保や残渣の活用等多くの課題がある。特に、バイオマスから発生する排熱、CO₂、消化液をどう役に立てるかが課題であり、その中でも消化液の利活用については目途が立っていないのが現状である。そこで、受賞者は消化液の液肥利活用調査に取り組んだ。

ほとんどのバイオマス発電所から排出される消化液は産業廃棄物として処分されているが、受賞者はこれでは環境に優しいバイオマス発電としての意味がないと考えた。同じ排熱、CO₂と言った残渣は暖房や保温として農業利用の可能性はある。消化液も元は食品であることを考えたら肥料として利活用できるのでないかと調査をスタートした。

食の町として今後、発展していくためには飲食店や家庭から出る食べ残しをバイオマス発電所で利用することも重要である。そして、食品残渣による発電の恩恵だけでなく発電所からの消化液を農業利用することによって栽培した作物が町の飲食店や家庭で食される。これは資源の量を少なくすることや産業廃棄物の発生も少なくするリデュース(Reduce)につながる。また、食品の残渣を肥料にして食品を生産する事の繰り返しによりリユース(Reuse)にもつながる。さらに、バイオマス発電としてだけでなく、液肥として有効利用するリサイクル(Recycle)にもつながる取り組みである。

< 1年目の取り組み(平成27年度) >

多気町内の多くの農産物から次郎柿、イチゴ、空心菜を選び調査を開始した。消化液をかん注する回数や1回の量等を慣行栽培と比較しながら、生育、病害虫、味覚について調査した。特に、空心菜は安全性を証明するために細菌検査(一般生菌、大腸菌、大腸菌群、サルモレラ、O-157)も実施した。



空心菜の栽培(消化液散布)

以上の調査により消化液が液肥として有効に利用できる(特に空心菜)事や安全性について証明することができた。

< 2年目の取り組み(平成28年度) >

1年目の調査結果を踏まえ、空芯菜の栽培により事実を積み重ねて真実を見つけ出す継続調査を行った。また、モニタリング調査中心ではあるが、イチゴ、次郎柿だけでなく、バジル、ゴーヤ、青梗菜等の作物にも調査範囲を広げ、特に葉菜類に液肥としての効果を確認できた。さらに、消化液を肥料登録するため植害試験を実施し「バイオマスパワー液3Rリキッド」と命名し、肥料登録した。

肥料取締法に基づく表示			
肥料の種類	液体肥料	名称	バイオマスパワー液3Rリキッド
肥料の成分	窒素(N)	有効成分	10.0%
	リン酸(P)	有効成分	5.0%
	カリウム(K)	有効成分	5.0%
	その他	有効成分	0.0%
製造者	相可高等学校	所在地	三重県多気郡多気町
販売者	相可高等学校	所在地	三重県多気郡多気町
製造年月	2015年10月	有効期限	2016年9月30日まで
製造ロット	001	製造場所	相可高等学校

農林水産省登録肥料表示に関する表示			
肥料の種類	液体肥料	名称	バイオマスパワー液3Rリキッド
肥料の成分	窒素(N)	有効成分	10.0%
	リン酸(P)	有効成分	5.0%
	カリウム(K)	有効成分	5.0%
	その他	有効成分	0.0%
製造者	相可高等学校	所在地	三重県多気郡多気町
販売者	相可高等学校	所在地	三重県多気郡多気町
製造年月	2015年10月	有効期限	2016年9月30日まで
製造ロット	001	製造場所	相可高等学校

肥料登録

また、バイオマス栽培による空心菜の生産の成功により販売や経営診断にも取り組み、慣行栽培と比べたバイオマス栽培の有利性も証明した。

バイオマスパワー液による栽培が成功しても販売できなければ意味がなく、また、通常の価格で販売してもバイオマスパワー液栽培の魅力がないため、経営診断の調査にも取り組んだ。この調査を実施するために地域の産直施設「おばあちゃんの店」に協力してもらった。通常、一般的な栽培による空心菜の販売価格は100g50円となっているところを、バイオマスパワー液栽培は40%高い70円に設定して販売したが購入された。

また、労働時間の調査も実施した。調査は慣行栽培とバイオマス栽培のそれぞれの空芯菜栽培における労働時間の比較を行った。作業内容の違いは肥培管理だけであるが、慣行栽培は固形の肥料を散布するだけなのに対し、バイオマスパワー液は液肥を保存しているタンクから運び、かん注するため、約6倍の時間を要するため、労働時間が約10時間多くなっていた。

タンク等の諸材料が必要となったため増加した経費もあるが、肥料を使用しない分、肥料費を削減することができた。そして、収入についても液肥によって収量が増えたこと、また販売価格を4割高くできたことにより所得が3,608円から30,675円に大幅増となった。

慣行栽培			バイオマスパワー液栽培		
作業内容	時間	備考	作業内容	時間	備考
土づくり等	1時間0分	スリット、おぼろ	土づくり等	1時間0分	スリット、おぼろ
種蒔	1時間0分	170cm×150cm	種蒔	1時間0分	170cm×150cm
新地管理	1時間0分	170cm×150cm	新地管理	1時間0分	170cm×150cm
病害虫防除	1時間0分	170cm×150cm	病害虫防除	1時間0分	170cm×150cm
水管理	1時間0分	170cm×150cm	水管理	1時間0分	170cm×150cm
収穫・調整	1時間0分	170cm×150cm	収穫・調整	1時間0分	170cm×150cm
その他	1時間0分	170cm×150cm	その他	1時間0分	170cm×150cm
合計	6時間0分		合計	6時間0分	

労働時間の比較表

栽培法	慣行栽培	バイオマス栽培	備考
科目	金額(円)	金額(円)	
総収益合計	44,100	69,300	慣行82×50、バイオマス 98×70
種子代	2,592	2,592	
土・肥料費	11,127	7,355	土は2年利用、バイオマスは肥料不要
農業費	527	527	労務費除く
実出経費	1,834	2,060	170cm×150cm
減価償却費	3,156	3,156	170cm×150cm
諸材料費	21,209	22,885	170cm×150cm
小計	40,492	38,580	
農業所得	3,608	30,720	慣行82×50、バイオマス98×70

収支比較表

< 3年目の取り組み（平成29年度） >

平成29年度は硝酸態窒素の含有量を減らす栽培に取り組んだ。近代農業は化学肥料によって発展してきたが、一方で欠点もある。その欠点が硝酸態窒素である。有機肥料も硝酸態窒素へ変化するが、化学肥料は有機肥料に比べ流亡が起りやすいと考えられている。地下水や河川に紛れ込んだ硝酸態窒素が環境問題においてクローズアップされ、また、人間にとっても発がん性や酸欠症を引き起こすと考えられ、有害だと言われている。

そこで、この硝酸態窒素をバイオマス消化液で削減できることの可能性の研究と普及活動に取り組んだ。まず、硝酸態窒素を測定する調査品目を選定した。前年までの調査結果からバイオマスパワー液は葉菜類に効果があることがわかっている。そこで、継続的に調査をしている空心菜、硝酸態窒素含有が高いと言われる青梗菜、播種から収穫までの期間が短いベビーリーフの3品目を選び、調査した。

空芯菜の栽培においては、バイオマスパワー栽培での硝酸態窒素の数値を下げる効果を確認し、特にかん水を抑えながら栽培するとより効果が高くなるということが分かった。

青梗菜においても、バイオマス栽培のものは大幅に硝酸態窒素の数値を下げるということが分かった。

ベビーリーフにおいても、平均で100～150ppm低い数値となり、空心菜、青梗菜同様に硝酸態窒素を削減できる傾向があることが分かった。

生産経済科では、教科「農業と環境」を通じて3R（リデュース、リユース、リサイクル）の大切さに気づき、授業や実習に積極的に取り組んでいる。その学びが礎となりバイオマス産業のまちづくりの目標に向け取り組むことができた。この研究は生産経済科として生徒が環境、農業、食などを考える取り組みとなり、農業を学ぶ生徒にとって有意義なものとなった。研究を開始した時点ではバイオマス消化液を肥料として利活用することを目的としていたが、細菌検査、経営診断、硝酸態窒素削減等いろいろな調査・研究へと展開・発展していき、循環型社会とそれに関連する事柄を幅広く学ぶことができた。

また、校内の学習成果発表会や研究発表会を通して、他の学科の生徒たちにより刺激になっている。農業や食への興味・関心だけでなく、ごみの分別や食べ物を残さない事の大切さなどの環境学習にもつながっている。また、他の環境に関する調査・研究（絶滅危惧種アゼオトギリの保全活動）をしている生徒も科学的・社会的な側面からの研究に取り組むようになった

今後の展望として、他の農産物への調査対象拡大、地域企業や団体とより協働強化をした地域ブランドの構築、バイオマス栽培の省力化、所得向上、GAP認証にも取り組んでいこうとしている。

内閣総理大臣賞
「事業所・地方公共団体等」分野

受賞者名

**株式会社グリーンメッセージ
キューピー株式会社**

所在地

神奈川県大和市、東京都渋谷区

受賞テーマ

**キューピーグループにおける未利用資源を活用した資源循環の推進
～野菜未利用部を活用した新たなエコフィードへの挑戦～**

受賞者を含むキューピーグループでは、理念を実践していく上で大切な姿勢としてグループ規範（倫理規範・行動規範）を定めている。グループ各社の事業活動は、原材料をはじめとした豊かな自然の恵みのもとに成り立っており、事業活動が与える自然への影響へ十分に配慮し、資源の有効活用と環境保全に真摯に取り組むことで持続可能な社会を次世代へつなぐことを使命と考えている。例えばサラダ・惣菜事業では、資源循環に共感する多くの企業と連携している。

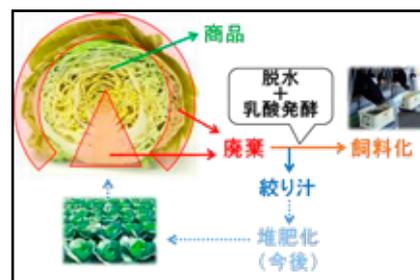
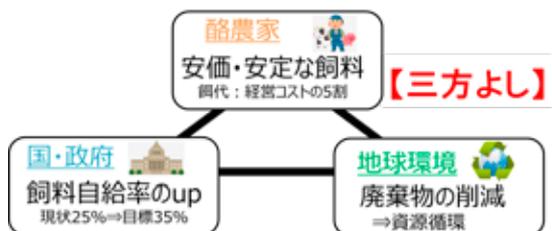
(株)ポテトデリカおよび(株)旬菜デリでは、これまで廃棄物とされていたジャガイモの皮を豚用のリキッドフィード（液体飼料）に、(株)サラダクラブでは野菜残さを活用した食品リサイクル・ループの構築を進めてきた。



近年、家庭内の食事から弁当・惣菜などの中食やレストランなどの外食へ食シーンが変化し、「野菜」の需要は、加工・業務用が過半を占めるようになった。このような背景の中、受賞者は野菜を工場でカットして袋詰にする業務用向け「カット野菜」を製造・販売している。事業が拡大する一方で工場からは、毎日膨大な量の端材（キャベツの芯や外葉など）が発生し、産業廃棄物として処分されていた。同社はこの端材を「残渣」ではなく「未利用資源」もしくは「野菜未利用部」と呼び、新たな挑戦として飼料化への再生利用を検討した。当初は野菜未利用部を粉碎および脱水し、減容および減量していたが、脱水後の未利用部を独自の技術によりオンサイトでサイレージ化（青刈り作物や生の牧草をサイロ内で乳酸発酵させて貯蔵した飼料にすること）することに成功した。その結果、長期保管可能な乳牛用飼料として静岡県の大規模酪農家への提供を開始することができた。



カット野菜工場から主に排出される葉物野菜未利用部は、水分率が高く、乳牛用の飼料としては硝酸態窒素（多量摂取は疾病の原因）含量が比較的高いため、牛用飼料としては不適とされている。そこで、野菜未利用部を減容・減量できるスクリープレス式の脱水機を導入した。この脱水により、水溶性の硝酸態窒素は固形分から分離できるため、硝酸態窒素含量の削減に成功した。また、野菜未利用部サイレージをそのまま乳牛用飼料とするのではなく、混合飼料（Total Mixed Rations: TMR）の一部として使用することにより、既存粗飼料の代替として問題なく置換できた。既存の粗飼料（アルファルファ等）の多くは海外からの輸入に頼っており、近年右肩上がりで価格が上昇している。また、為替相場の変動も酪農家の経営を圧迫する一因となっている。同社が調製している野菜未利用部サイレージは、副産物であるため、飼料価格の高騰や為替相場に左右されず、安価で安定した供給が可能である。また、国産野菜を使用しているため飼料自給率の向上にも寄与できる。資源の有効活用、酪農家の経営安定さらには飼料自給率の向上といった三方よしの取組と言える。



一般的に食品残さを活用したエコフィードでは、豚用飼料に転換されることが多い。これは、牛用飼料は、牛海綿状脳症（BSE）を防ぐ観点から、動物性のたんぱく質を含む飼料の給与が禁止されており、いわゆる食品残さではこの担保が難しいとされているからである。また、牛は豚よりも嗜好性が高く、好まないものは全く食べないと言われている。したがって、安全性の担保や嗜好性の面で課題が多く、エコフィードの活用が難しい動物の一つと考えられていた。

一方で、同社のようなカット野菜工場では、家庭やその他の食品加工事業者とは異なり、野菜のみを扱っているため、動物性たんぱく質の混入のリスクが全くない。また、葉物野菜のような繊維質の多いものは、豚では消化できないためエネルギーとして利用することができないが、牛のような草食動物では、第一胃（ルーメン）内の微生物によって分解することができ、繊維質もエネルギーとして利用することができる。以上のことから、カット野菜工場から発生する野菜未利用部は、牛用飼料として活用することが最適解と考え、同取組を実施した。

牛用飼料とするにあたって、まず課題となったのが、保存性と流通性であった。消費期限の短いカット野菜を製造する同社のような事業所は、一般的に消費地に近いところに存在しており、酪農が盛んな地方とは物理的な距離があることがほとんどである。もちろん、同社も例外ではなく、カット野菜の製造は大都市近郊の神奈川県大和市で事業を行っており、結果として葉物野菜飼料の販売先は静岡県の大規模酪農家となった。そのため、物流費などのコストを考えると、最低でも 30 日以上保存性とトラック等で運搬のしやすい流通性を兼ね備えた形態が必須であった。

発生した野菜未利用部は、条件にもよるが放置すると 1 日から 2 日以内には腐敗し、飼料としての利用は不可能となる。そこで同社は、牧草等で利用されているサイレージという技術を応用した。この技術は、牧草等を乳酸発酵させ、低 pH 状態とすることで、腐敗菌の生育を抑制する技術である。具体的には、スクリュープレス式の脱水機で脱水した野菜未利用部を、ポリエチレン製の専用内袋をセットしたフレキシブルコンテナバックに封入し、内部の空気をなるべく除き、密封して嫌気状態を作り出すことで、乳酸発酵を促進させ、保存性に富んだサイレージの作成に成功した。



脱水後の
野菜未利用部



野菜未利用部
サイレージ

一方で、課題もあった。野菜未利用部はスクリュープレス式の脱水機で脱水しても、水分率は約 90%とかなり高い状態であり、長期間保管していると離水し、フレコンバックの下部に水が溜まることで、フレコンバックの安定性が損なわれた（下部に水が溜まると、転倒や液漏れし易い）。そこで、水分調整資材として、酪農家で一般的に飼料として使用されている乾燥飼料等を混合することで、この課題を解決した。本手法で作成したサイレージは、保存性および流通性を兼ね備えており、酪農家での使用性が高い設計となっている。

上記のように課題が多く、産業レベルでの飼料化が達成できている事業者は存在しなかったが、同社はノウハウと工夫によりこれらの課題を解決した。一方で、これまで野菜未利用部は乳牛用飼料としてあまり活用されていなかったため、飼料研究の第一人者である「東京農工大学 農学研究院 生物生産科学部門 畜産学研究室 佐藤幹教授」と共同研究を行い、飼料としての安全性および有用性を検証した。その結果、キャベツサイレージを既存飼料の代替として、乾物あたり 10%程度配合した TMR を 2 週間給与すると、乳牛の乾物摂取量および乳量が有意に増加することがわかった。なお、乳質については対照飼料区と差がなく、キャベツサイレージは乳質を維持したまま乳量を増加できる有用な飼料となった。なお研究内容は、2018 年 3 月に開催された第 124 回日本畜産学会にて発表された。

現在、資源循環型のカット野菜工場の実現に向け、端材の飼料化に加えて脱水時に発生する絞り汁を有効活用する研究も進めている。ゼロエミッションに加え、新たなリサイクル・ループの構築を検討中である。

なお、本研究内容については、特許を出願中である（特許出願番号：特願 2018-058299）。