

Anno's *Annona* project ～堆肥発酵熱によるチェリモヤ栽培への挑戦～

○浅野聡志、安藤千桜、大澤和歩、久保田和菜、柴田大輝、谷口碧、深津さおり、石原雅之（愛知県立安城農林高等学校）

目的

- ◎ 果樹生産で生じる剪定枝・落ち葉の有効利用
- ◎ バイオマスを利用した循環型果樹生産の実現
- ◎ 安城市での世界三大美果であるチェリモヤ (*Annona cherimola* Mill.) 生産

取組内容

① 堆肥発酵熱ヒーターの設計・製作

合板（コンクリートパネル）で製作し、上部にダクト取り付け用のパイプを設置（図1）。発酵熱を上部から放出する構造とした。腐敗防止のため、内側をガスバーナーで炙って表面を炭化させた。底面には通気・排水性の確保のための金網を設置した（図2）。

② 堆肥化と発酵熱の供給

果樹栽培で出る落ち葉や剪定枝チップに米ぬかを混ぜ、好気性の放線菌で堆肥化。発酵熱をダクトによってハウスへ送った（図3・4）。予算の都合上、保温性の低い1坪の簡易ビニルハウスでの実験となったため、7℃以下で作動する育苗用電熱線を併設した。ハウス内外の現在気温、堆肥の発酵熱と放出熱を直射日光の当たらない朝8時頃を中心に測定した（図6・7）。また、最高最低温度計を用いて、最低気温が7℃以下にならないか確かめた。

③ 発酵熱によるチェリモヤ栽培

発酵熱によるチェリモヤ（品種：エルバンボ）の樹体の越冬および冬果実の収穫を試みた。また、短梢剪定と摘葉による開花調整、自家受粉での人工授粉方法の確立を目指した。



図1. 発酵熱ヒーター作成の様子



図3. 簡易ビニルハウスと発酵熱ヒーターの接続



図2. 発酵熱ヒーター内側の加工

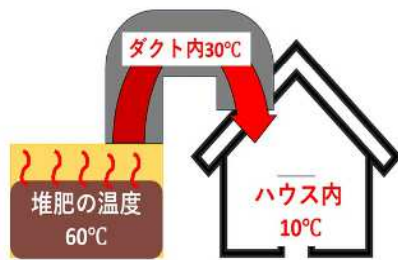


図4. 簡易ビニルハウスへ熱を送るイメージ

結果

◎ 堆肥化と発酵熱の供給

令和5年9月～翌年3月、ナシ・ブドウ・モモ・ミカンの剪定枝を粉砕機でチップ状に加工し、落ち葉や米ぬか、水を混ぜて発酵させた（図5）。

発酵熱が下がったタイミングで攪拌・水や有機物の追加を繰り返した。発酵熱は最大80℃に達し、ハウス内気温は外気温より高くなった（図6）。また、ハウス内は最低気温8℃以上を保った。



図5. 堆肥発酵の様子

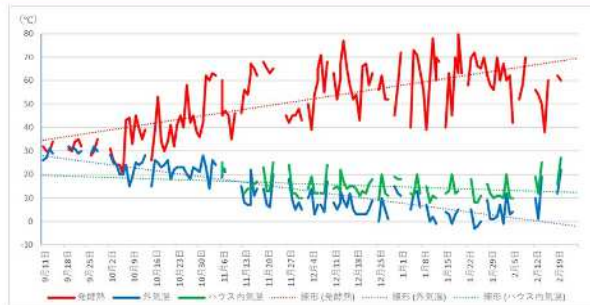


図6. 堆肥の発酵熱（赤）とハウス内気温（緑）と外気温（青）の変化

◎ 発酵熱によるチェリモヤ栽培

*Annona*属は、剪定と摘葉によって開花時期を調整できる。令和5年8月6日、充実した1年枝を短梢剪定・葉柄を残して摘葉し、発蕾と新梢の発生を誘導した（図8）。

9月22日に開花。チェリモヤの花は、雌雄異熟であるため、沖縄県のアテモヤで実践されている方法で、雌ステージの花に対して自家受粉による人工授粉を行った（図9）。

令和5年9月～翌年5月にかけて、堆肥発酵熱ヒーターで加温している簡易ハウス内で果実は順調に肥大。令和6年5月20日、糖度(Brix)21.5、400gの冬果実を収穫（図10）。

同一樹において、収穫と同時に剪定・摘葉を行い、令和6年9月現在、夏果実を着果させている（図11）。



図8. 短梢剪定と摘葉



図9. 人工授粉

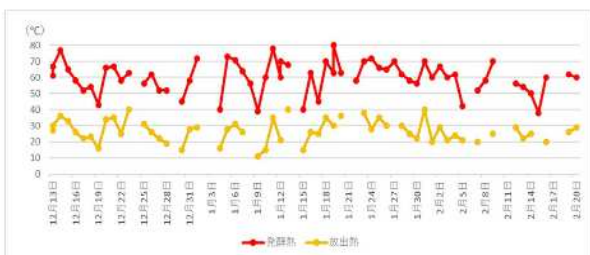


図7. 堆肥の発酵熱（赤）と発酵槽内の放出熱（黄色）の変化



図10. 冬果実の肥大と収穫
（左から令和5年9月、令和6年3月、5月、収穫後の断面）

今後の取り組み

◎ 堆肥発酵熱ヒーターとビニルハウスの改良

発酵熱を、より効率よくハウスへ送るため、堆肥の内部に単管パイプを設置し、堆肥からパイプで直接熱を伝える構造のヒーターを製作した（図12）。また、無加温のガラス温室内に2坪のビニルハウスを建設している（図13）。これらを用いて、令和6年度の冬に、育苗用電熱線なしで実験を行う予定である。

◎ 発酵熱の加温による年2回収穫の作型の確立

堆肥発酵熱ヒーターを用いたチェリモヤの夏果実・冬果実の年2回収穫の栽培方法を確立する。



図11. 夏果実（令和6年9月）



図12. 熱効率を改善した
堆肥発酵熱ヒーター（正面、内部）



図13. 建設中のビニル

在来種のニホンミツバチを用いたSDGs戦略



愛知県立安城農林高等学校 プロジェクト Bee研修班

○浅野聡志¹、高島彩華²、石濱綾栞³、東本愛佳³、津崎里桜奈⁴、鈴木莉菜⁵、鶴田珠々⁵、当銘美音⁵、濱島 美南⁵、相澤莉玖⁶、秋山美月⁶、伊豆本愁真⁶、稲垣聖也⁶、岡田蓮⁶、片岡隼和⁶、牧周来⁶、近藤祥太菜⁷

¹ワワ-サイエンス科3年、²森林環境科3年、³ワワ-サイエンス科2年、⁴動物科学科2年、⁵ワワ-サイエンス科1年、⁶農業・園芸科1年、動物科学科1年



プロジェクト Beeの紹介

1 目的

本校では2017年からニホンミツバチを校内に生息させる目的でプロジェクト活動がスタートした。校内にニホンミツバチを引き寄せるため、栽培されているキンリョウヘンを用いて実践した。この研究を進める中で、自然界におけるミツバチの役割の重要性を認識した私たちはプロジェクトでニホンミツバチを取り入れた持続可能な農業を構築するために様々な研究に挑んだ。

2 取組内容

(1) ニホンミツバチの生態と蜂蜜調査

校内で安定したニホンミツバチ養蜂を実現させるため、生態についても調査を行った。巣箱にはバイオインサイト株式会社から購入したBlood Minder社製の重量センサー（W3）を設置し、2024年4月9日に分蜂した群で観測を始めた（写真1）。また、巣箱から採取した蜂蜜は屈折糖度計による糖度分析を実施した。蜂蜜の安全を確認するため、残留農薬検査（200項目とネオニコチノイド系10項目）を依頼した。さらに、ニホンミツバチが集めている花蜜を特定するため花の種類のゲノム分析も依頼した。



写真1 巣箱の重量センサー

(2) 蜂蜜酵母の利用

これまで採蜜した蜂蜜は、毎年11月の本校文化祭での販売や新たな商品開発のために使用した。ニホンミツバチの蜂蜜はセイヨウミツバチとは異なり、酵母が含まれていることが論じられている（高橋、2021）。この点にも着目し、酵母の特性を生かした食品開発を検討した（写真2）。



写真2 低糖度で発酵

(3) SDGsに則した保護活動

在来種であるニホンミツバチの生息環境を維持するには、地域社会への周知が重要と考えた。そこで、広報活動ではSDGsに則した保護活動を地域や国外へ配信し、多くの方へ認知してもらう活動を実践する。蜂蜜についてはエシカル消費の理念に基づいて取組み、ニホンミツバチを中心とした新たな農業教育を展開する。

3 結果



図1 重量センサーによる新たな分蜂群の観測データ

表1 花蜜の植物種メタゲノム解析一覧表

No.	ニホンミツバチの蜂蜜 (%)	Family	Genus	Species	科	属	種
①	42.03	Labaceae	Trifolium	Trifolium repens	マメ科	シャクナゲ属	シロツメクサ
②	28.27	Brassicaceae	Raphanus	Raphanus sativus	アブラナ科	ダイコン属	ダイコン
③	15.21	Aquifoliaceae	Tlex	Tlex rotunda	セリノギ科	モチノギ属	クロガネモチ
④	4.83	Plantaginaceae	Plantago	NA	オオバコ科	オオバコ属	NA
⑤	2.25	Brassicaceae	Brassica	Brassica juncea	アブラナ科	アブラナ属	カラシナ



写真3 酵母パンの販売



写真4 小学校への出前授業



写真5 表彰式の様子

校内の養蜂は愛好家の支援を受けながら群数の安定化を図っているが、毎年生息群を維持することは難しい状況である。2024年4月からは9群（内1群は野生群）で開始し、10月に2群が天敵や猛暑により壊滅し、現在7群が生息している。

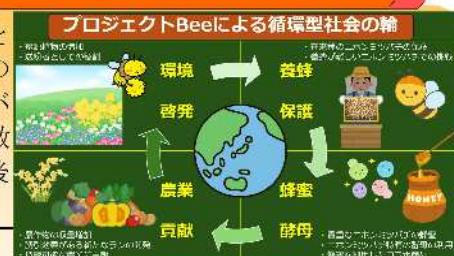
(1) Blood Minder製のセンサーを用いて新たな巣箱に住み着いた分蜂群の重量の計測をした。ニホンミツバチの科学的なデータは少なく、貴重なデータの収集ができた（図1）。採蜜した蜂蜜は屈折糖度計により、糖度は78%であった。残留農薬検査ではすべてが測定値の検出下限値以下であり、蜂蜜の安全性が証明された。次に、2022年5月30日に採蜜した蜂蜜のゲノム分析では52種類の植物が検出され、シロツメグサとダイコン、クロガネモチの3種類で約86%を占めていることが解明した（表1）。

(2) 近年、ニホンミツバチの新たな価値として蜂蜜に独自の酵母（*Zygosaccharomyces siamensis*）が含まれていることが論じられている（近藤ら、2022）。酵母による商品化は2023年7月に地元の天然酵母パン「Cana Pan」の全面協力で蜂蜜酵母パンが販売できた（写真3）。

(3) ミツバチの生息数を増やすために、校内の空き地へ蜜源となる植物の栽培に着手した。広報活動では2020年頃から地元のマスコミから注目を集め、地元安城市からピーアール動画の依頼を受けた。また、「NHK WORD Japan」の取材を受け、世界中へ活動を発信できた。その他にも、様々なコンテストでの発表や小学校への出前授業などに参加した（写真4）。2023年度にはこれまでの活動が認められ、消費者庁より消費者支援功労者表彰として「内閣総理大臣表彰」を受賞することができた（写真5）。

4 考察とまとめ

キンリョウヘンを用いてニホンミツバチを校内に生息させる目的が、現在では産学官民と連携して大きな輪となっている。新たな取組みとしてはAIを活用したスマート養蜂や次の発酵食品（酒や味噌など）の開発などを進めている。これまでの活動の結果、ニホンミツバチを保護することは自然環境の保全やポリネーター（送粉者）の役割を深く理解し、農業教育の一環として活用できる（図2）。私たちプロジェクトBeeはSDGsの目標達成のため、今後も活動を継続しつつ、分析データ等の課題の解決と新たな発見を世界へ発信する。



【参考文献】¹ 高橋純一、2021: ニホンミツバチの利用価値ある発酵したハチミツの産生菌アミノ酸代謝について、日本農業・食料学会誌

² 近藤真央、市村直典、高橋純一、2021: ニホンミツバチのハチミツから単離された酵母*Zygosaccharomyces siamensis* について、京都府立大学総合学術研究所報

規格外野菜を減らしたい

岐阜県立加茂農林高校 神戸隆輔 岡田六花 丹羽桜月

目的

本校の野菜栽培では基準を満たさず廃棄になってしまう野菜が多くあり、特にキュウリは一日の廃棄が多い。そこでそれを解消するために以下の目標を設定した。

1. 品質には問題が無いが、見た目が悪いことから捨てられてしまう野菜が多くあるという現状を知ってもらう。
2. 捨てられてしまう野菜の活用方法を検討し、廃棄数を減らす。

取組内容：1 廃棄数調査

毎朝収穫したキュウリを調整し、その際に出た廃棄を放課後に分類・集計する。結果は以下の通りになった。(図1、2)

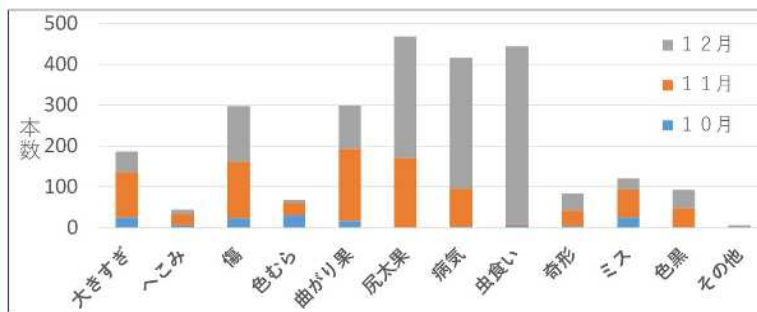


図1 R5年秋作の廃棄集計の結果

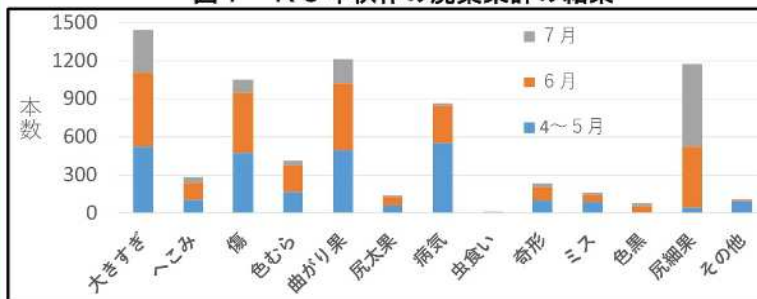


図2 R6年春作の廃棄集計の結果

取組内容：2 活用方法の模索

大量消費するためにキュウリを乾燥機で乾燥させ、ミルを使いパウダー状にしたものを加工することとした。(図3、4) 加工食品を検討して試作した。(図5、6) 溶かした口々に混ぜ色付きキャンドルを作った。(図7)

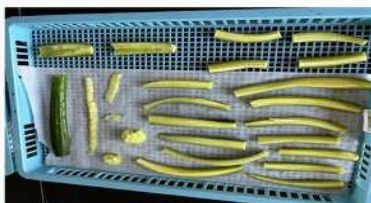


図3 乾燥前のキュウリ



図4 乾燥後のキュウリ



図5 キュウリパスタ



図6 キュウリクッキー



図7 色付きキャンドル

(プレーン、ウコン、ビーツ、トマト、キュウリ、カボチャ)

取組内容：3 規格外野菜の販売

始めに校内販売所でアンケート調査(図8)を行い、そのアンケートをもとに重量、値段を決定することにした。新たにラベルを作成し、袋にキュウリの調理方法を載せた紙を封入することで消費者が手に取りやすくする案が出た。

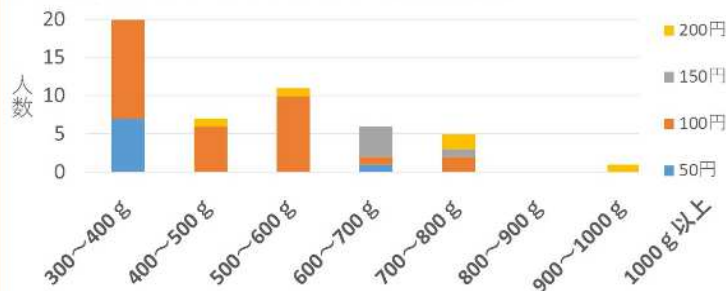


図8 アンケート調査の結果

結果

取組内容1

秋作では尻太果・虫食い・病気のキュウリが多く見られた。**春作**では、収穫時期が遅く大きくなりすぎてしまったキュウリが多く見られた。理由として収穫の際の見落としで収穫されなかったキュウリが多かった事が原因である。

取組内容2

キュウリパスタはキュウリの風味を少し感じる程度だったがキュウリクッキーは苦く、良さを生かすことができなかった。キャンドルは8分4秒で火が消えてしまった。キャンドルの芯を丸く入れることで20分51秒まで点すことが出来た。

取組内容3

アンケートに回答者全員が買いたいと答え、その中で100円で300~400gと500~600gと回答する人が多かった。

考察

取組内容1

尻太果は収穫期間が長く、後半になるにつれて草勢が低下したことが主な原因であると考えられる。そのため尻太果が増えてきた時期に**追肥**を行うことで発生数を減らすことができると思われる。

虫食いは、苗を定植した10月の時点で地中にヨトウムシが潜んでおり、大きくなってきた12月に虫食いの被害が大量に発生したと考えられる。苗を定植する前の対策が重要になり、**太陽熱消毒**を行う、**ハウスの扉を開けたままにしない**などの対策ができる。

太キュウリの対策として、繰返し見直しを行うことや、摘葉を行い視認性を向上させることで**取り忘れを減らす**ことが重要であると考えられる。

取組内容2

キュウリクッキーは、パウダーの量を減らすことで苦みを軽減し、色味を生かすことができると考えられる。

廃棄される花を**アロマエキス**にして口々に混ぜることでリラクゼーションの効果もあるキャンドルを作成できると考えた。

取組内容3

300~400gを選ぶ人が多かったのは、一人暮らしまたは夫婦で暮らしている方が多く、普段のキュウリ600g程度だと消費しきれず、少ない内容量のを求める人が多かったと考えられる。500~600gを選ぶ人が多かったのは、規格外野菜のため半額なら買う、という人が多かったと考えられる。

まとめ

廃棄集計を通して廃棄が多いという現状を数値化することが出来た。また、廃棄を減らすための加工方法や販売の基盤をつくる事が出来た。今後は廃棄集計で分かった原因の対策を用いて栽培したキュウリと従来の栽培方法のキュウリの収穫数・廃棄数を比較し、廃棄数を減らす方法を模索していきたい。また、アンケート結果をもとに規格外野菜の販売を実現していきたい。

人にも環境にも優しい。そんなお米を作りたい。

三重県立相可高等学校 廃棄物利用による有機稲作の実践

安全
安心

おいしい
おいしい

私たちが目指す稲作

- 農薬や化学肥料を栽培期間中使用せず、安心・安全で環境負荷の少ない稲作を目指します。
- 地域の廃棄物課題を解決し、持続可能な発展への貢献を目指します。
- 水田の生態系を大切にし、水田の生物に配慮した管理を目指します。

取り組み内容

【地域の廃棄物を有効利用した土づくり】

化学肥料の代替として産業廃棄物を有効再利用することで地域の産業廃棄物を削減しました。

- ①ホクト株式会社多気工場 廃菌床（年間約20 t 削減）
生堆肥として10 a あたり約10 t 散布
- ②内藤製餡株式会社 餡粕（年間約20 t 削減）
相可高校で肥育する松阪牛の牛糞と発酵させ、堆肥を作成
完熟堆肥として10 a あたり約3 t 散布

【淘汰される命を除草に利用】

観賞用に養殖される鯉は、1回に約60万個産卵するといわれています。しかし孵化後に育てられる稚魚は数100匹で、残りは淘汰されてしまいます。この捨てられる命を譲り受け、水田に放流しています。鯉がエサを探し水田を泳ぎ回り、泥を掘り返すことで、除草剤を使用せずに雑草の発生を防いでいます。

【水田生態系に配慮した管理】

農薬の影響を受けないため、自然本来の生態系が構築されました。
オタマジャクシやヤゴなどが成体になるまで中干しを延期することで水田生物の保全に配慮しました。

成果

【人に優しいお米の収穫】

取り組みを始めた当初の収量は10aあたり100kgでしたが、
4年目となる今年は化学肥料に頼らずに10aあたり350kgを収穫することができました。

【環境に優しいお米の収穫】

堆肥による土作りはCO₂を土中に閉じ込め、温室効果ガスを削減できました。
また、水田生物に配慮した管理によって生態系を保全できました。
これらの取り組みは農林水産省「みえるらべる」において星3つの評価をいただくことができました。

【地域に優しいお米の収穫】

地域の廃棄物を削減し、課題の改善に貢献できました。
収穫したお米は、ふるさと納税返礼品として地域の発展を応援しています。

私たちが創る未来

私たちが有効活用できる廃棄物はほんの一部です。
より多くの方に有機の廃棄物堆肥の魅力を知らいただき、使用していただく必要があります。
そのために、私たちの取り組みをより魅力あるものにし、発信していきます。
より多くの人に、環境に、地域に優しい未来を目指して、私たちは取り組みを続けていきます。



SUSTAINABLE
DEVELOPMENT
GOALS



「農業と生活」は、農業に纏わる諸問題を実践的に学ぶ授業です。
農業のICT化、6次産業化、農業が引き起こす環境問題などを扱います。

農業生産における環境負荷の軽減とエシカル消費の普及を目指し
環境に優しい米づくりを行い、みんなの「美味しい」に繋がるよう農業の学びを深めました。

学校設定科目「農業と生活」授業の取組

・(有)アグリ・サポートの協力のもと南陽高校近くの水田での米作りを行う。



(図1)土づくりのため堆肥と米ぬかを散布



(図2)耕起作業としてトラクターの操作体験



(図3)立松講師による田植えの説明



(図4)田植え体験



(図5)田植え機体験



(図6)追肥作業



(図7)稲の花



(図8)コンバインの説明



(図9)稲刈り

・稲作の他にも野菜作りを行い、伝統野菜、規格外野菜、地産地消、品種改良など様々なことを学ぶ。



(図10)人参・大根の播種



(図11)間引き作業



(図12)玉ねぎの苗付け

6次産業化の実践

・近隣店舗の協力のもと販売活動を行っている。収穫した米や、米粉商品を取り扱う。



(図20)商品一覧



(図21)お米の販売



(図22)防災パンの販売

・本校の商品開発において現代の問題点である「お米の消費率の低下」を解消するため、パンに使用する案をもとに、防災の意識も高めることのできる防災パンの作成を試みた。具材には名古屋市港区南陽地方の特産品であるトウモロコシと玉ねぎを使用する。トウモロコシは地元企業の協力を仰ぎ、規格外となったトウモロコシを活用し、玉ねぎは自分たちで栽培した。



(図23)玉ねぎの収穫



(図24)玉ねぎの収穫



(図25)トウモロコシ収穫



(図25)防災パンの製作



(図26)防災パンの製作



(図27)防災パン試食



(図28)防災パン

・その他にも米粉100%の麺やホットケーキMIX粉、蒸しパンMIX粉などを販売した。

環境負荷の低い米作りのための実践

・化学肥料や農薬、除草剤の使用を減らすため堆肥と米ぬかによる土作り、畦の草刈りによる害虫対策を行った。



(図13)土づくりの説明



(図14)草刈り機を使った畦の除草作業



(図15)除草作業

・プラスチック被覆肥料にかわり、硫黄被覆肥料を使うことで、水田に残るプラスチック殻を減らし海へのプラスチック流出の防止も図った。



(図16)硫黄被覆肥料



(図17)藤前干潟の清掃活動に参加する生徒



(図18)藤前干潟のごみと確認できた肥料殻



私たちが育てた愛情たっぷりのお米たべてみてね～～！！

(図19)愛講生徒集合写真

活動の結果・まとめ

・農薬を使用していない田んぼにはどのような生き物が生息しているのかを調べるため、生き物調査を行った。ホトケドジョウやナゴヤダルマガエル、カイエビ、モロコなど多様な生き物が生息していることが確認できた。しかしながらアメリカザリガニ、ミシシippアカミミガメも観察できた。無農薬である分、多様な生物を確認できたが、外来種の数減らす工夫を模索していきたい。



(図29)生き物調査



(図30)生き物調査



(図31)生き物調査

・地産地消を目指し、地元の特産品を活用した商品開発を行った。また防災パンは地元企業の社会福祉法人名古屋ライトハウスに協力していただき、本校商品の選択が障がい者支援につながるようにした。また売上金の一部は、愛知県の「子どもが輝く未来基金」に寄付をしそのことも含めて商品アピールをしている。プラスチック被覆肥料を使用せず、環境に配慮していることを消費者に伝わりやすくするためマークを作成し、商品パッケージに取り入れ消費行動を促せるよう工夫した。



(図32)社会福祉法人名古屋ライトハウスでの活動



(図33)子どもが輝く未来基金へ寄付



(図34)プラ肥料FREE