

白いリンゴと黄色いサクランボ

～植物の特性を活かした新商品開発～



青森県立名久井農業高等学校

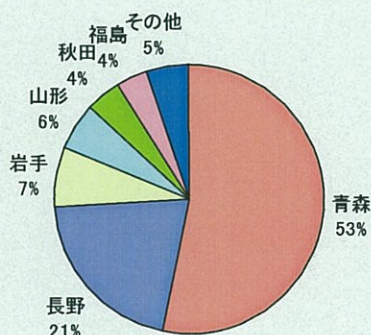
上田若菜 東のどか
鹿島真由美 川井絵美 佐々木理紗
沢口 舞 千澤 里花

1 研究の背景

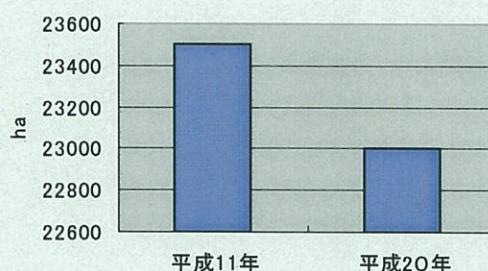
青森県は日本一のリンゴ産地で、主な生産地は日本海側の津軽地方である。太平洋側の南部地方は、東北東から吹き込む冷涼多湿の偏東風「やませ」の影響で稲作や果樹生産には不向きである。しかし、私たちが学ぶ青森県立名久井農業高等学校がある南部町は太平洋側に位置するが、盆地のため冷たいやませが吹き込みにくく珍しく温暖な地域である。そのため、この地域だけはリンゴ、ナシ、モモ、サクランボ、ウメ、ブドウなど果物の大産地となっている。

しかし近年は、不景気のためか青森県のリンゴの栽培面積は減少している。青森県では、リンゴの輸出を増やすとともに健康に良い点をもっとPRして消費拡大を図ろうと活動しているが、リンゴが健康に良いことはすでに知られており、今後大きなブームにすることは難しいと私たちは考えている。

グラフ1 平成18年度のリンゴの都道府県別収穫量割合



グラフ2 青森県のリンゴ栽培面積の比較



私たちが学ぶ名久井農業高校の生活科学科は、学科改編により残念ながら今年度をもって閉科となる。そこで最後の生活科学科の卒業生となる私たちは、暮らしと科学という新しい視点でリンゴなど地域特産くだもの商品開発に挑戦することにした。

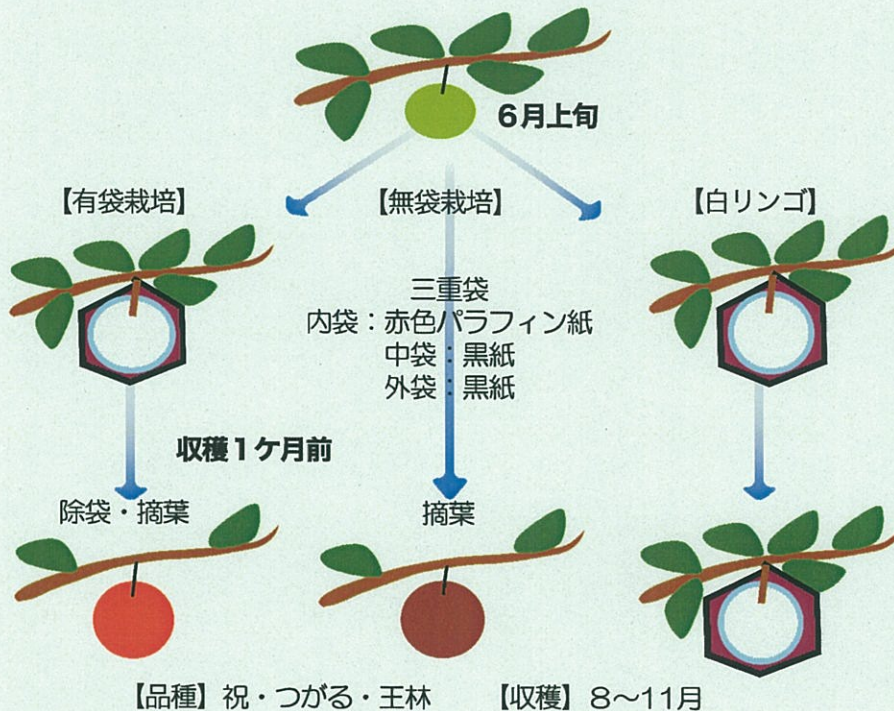
2 現状の栽培法と新発想のヒント

現在、リンゴには大きく2つの栽培法がある。ひとつは若い果実に袋を被せて育てた後、収穫約1ヶ月前に袋をはがす有袋栽培である。袋を被せることで果実を病害虫から防ぐことができ長期保存に適する特徴がある。また遮光して白い肌となった果実の袋をはいで太陽光を当てることから、鮮やかな赤い色のリンゴになるという特徴もある。もうひとつは袋を被せない無袋栽培で、省力化できるのが大きな特徴である。しかし果実に葉緑素ができるため果皮が赤黒くなる特徴もある。

ところが、どちらの栽培法でも果実に光を当てて着色を良くするために、収穫前に果実周辺の葉を摘み取ってしまう。そのため光合成によって葉に蓄積された養分が十分果実に転流しないため、品種本来の甘さにならないという課題を抱えている。そこ

で収穫まで袋をはがず、葉も摘まないという逆の発想で白いリンゴを開発したら楽しい贈答品になると考え、2年間かけて研究に取り組むことにした。

図1 リンゴの栽培法と白いリンゴの作り方



3 研究の目的

- (1) 光がリンゴの品質に及ぼす影響について探る
- (2) 他の果物でも白色化栽培ができるか探る
- (3) 新商品としての可能性を探る

4 リンゴの研究内容

(1) 実験1 袋の遮光実験

ア 目的 光の透過を測定し遮光に適した袋を選択する。

イ 方法 リンゴ栽培用の袋は各種あるため、一般的な2重袋3種類と遮光効果が高いと思われる3重袋1種類の合計4種類の透過光を測定する。光源は袋から8cm離れた場合と密着させた場合の2回測定した。測定項目は照度(ルクス)、UVA(紫外線365nm)、光量子量(光合成に用いられる400~700nmの波長の光)とした。

図2 光源と測定器の距離 (左: 0cm区 右: 8cm区)

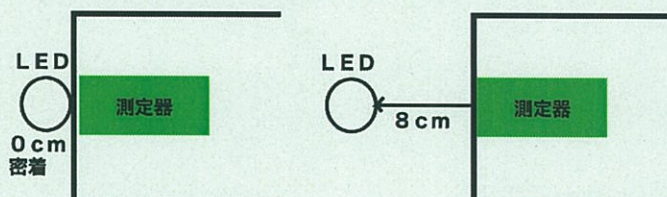


表1 各区の測定結果

No	1-3は2重袋、4は3重袋	照度 (ルクス)		光量子量 (PPFD)		紫外線量 (μW/cm ²)	
		8cm区	0cm区	8cm区	0cm区	8cm区	0cm区
光源	白色LED(サコ-野工業)	10,300	19,000	174	553	58	120
1	黒紙+茶パラフィン	13	86	0	0	0	0
2	黒紙+赤パラフィン	5	25	0	0	0	0
3	黒紙+茶紙	3	8	0	0	0	0
4	黒紙+黒紙+赤パラフィン	0	2	0	0	0	0

ウ 結果

上表のように No.4 の3重袋が一番遮光できることがわかったので、栽培にはこの袋を使うことにした。3重袋は内袋が赤色パラフィン紙、中袋が黒色紙、そして外袋は外側が青で内側が黒色の紙でできている。

写真1 リンゴ栽培用袋

図3 袋の仕組み (例: 2重袋)

※上段は内袋で右端が黒紙、他はパラフィン紙

下段は各種製品で右端の青が3重袋、他は2重袋



エ 区の設定

対象区 (Control) は現在主流の無袋栽培とし、栽培管理は普通栽培と同様に行うこととした。用いた品種は色と収穫時期の異なる青リンゴの「祝」、赤リンゴの「つがる」、黄リンゴの「王林」とした。

(2) 実験2 果皮の色の比較

ア 目的 遮光したリンゴの果皮の色を比較して適した品種を探る。

イ 方法 収穫したばかりの果実を目で比較し、白色化具合を調査した。

ウ 結果

写真のように3品種とも白色化した。収穫は「祝」が8月11日、「つがる」が9月15日、「王林」が11月10日であった。色を比較したところ「祝」「つがる」は白くなった。特に「つがる」は真っ白でたいへん驚いた。しかし、収穫まで日数を要する「王林」は、ほんの少しだが黄化していた。しかし、どのリンゴも十分白色化し

ていた。したがってどの品種を用いても白いリンゴを生産できることがわかった。

写真2 品種比較 左が白リンゴ（品種：祝） （品種：王林）



（品種：つがる）



（3）実験3 糖度の比較

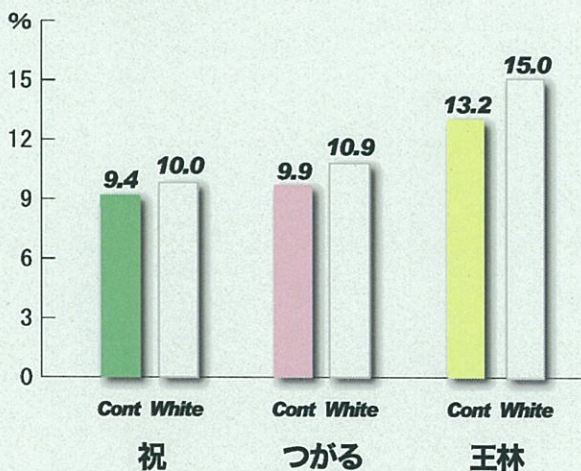
ア 目的 遮光することにより糖度はどのように変化するかを探る。

イ 方法 果肉100gをすりおろした果汁をデジタル糖度計によって測定する。

ウ 結果

いずれも白いリンゴの糖度がわずかだが高かった。リンゴは光合成で合成した糖（ソルビトール）をいったん葉に蓄積してから果実に転流し、液胞に蓄えることがわかっている。無袋栽培（Control）では、果実に太陽光を当て着色を良くするために収穫約1ヶ月前に果実周辺の葉を摘みとる。しかし白いリンゴは光を当てないため、葉を摘みとる必要がない。したがって白いリンゴは、葉で合成された糖が確実に果実に転流されるため、糖度が高くなったと考えられる。

グラフ3 糖度の比較



(4) 実験4 果汁量の比較

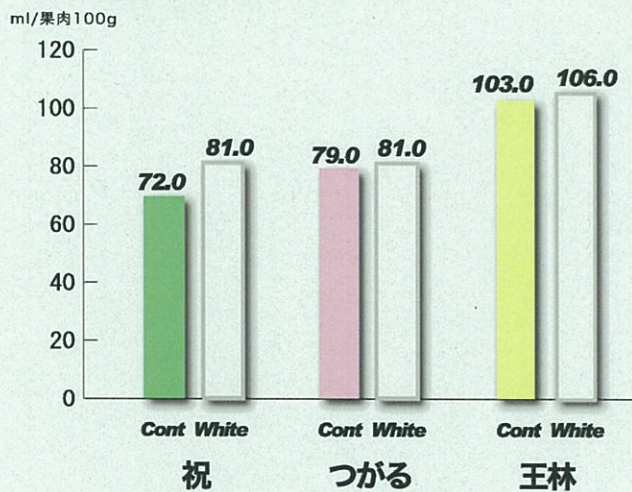
ア 目的 遮光することにより果汁の量はどのように変化するかを探る。

イ 方法 果肉100gをすりおろした果汁量をメスシリンダで測定する。

ウ 結果

いずれも白いリンゴの果汁がわずかだが多かった。植物は太陽光に当たらないと細胞壁の材料となるセルロースやペクチンの合成が低下することがわかっている。遮光して栽培した白いリンゴは太陽光に当たらないため、細胞壁がわずかだが壊れやすくなっていると想像できる。したがってすりおろした際、細胞内の果汁を多く搾汁できるようになったと考えられる。

グラフ4 果汁量の比較



(5) 実験5 果肉硬度の比較

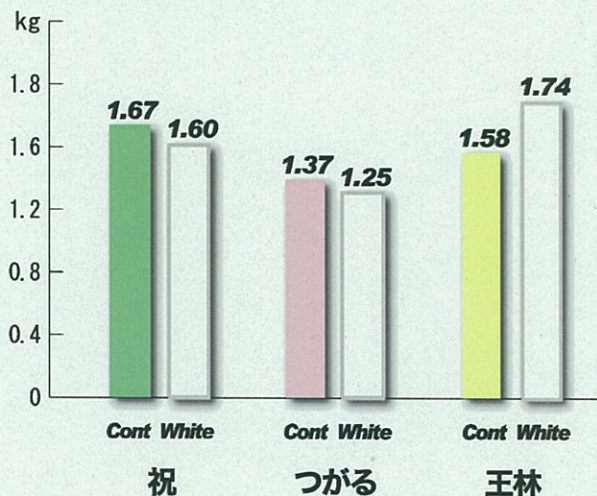
ア 目的 遮光することにより果肉の硬さはどのように変化するかを探る。

イ 方法 突起を果実に突き刺す際にかかる力を果樹用硬度計で測定する。

ウ 結果

品種によりばらつきがあったが、輸送に配慮するほどの差がないことがわかった。

グラフ5 果肉硬度の比較



(6) 実験6 官能試験

ア 目的 実際に試食することで品質の違いを調査する。

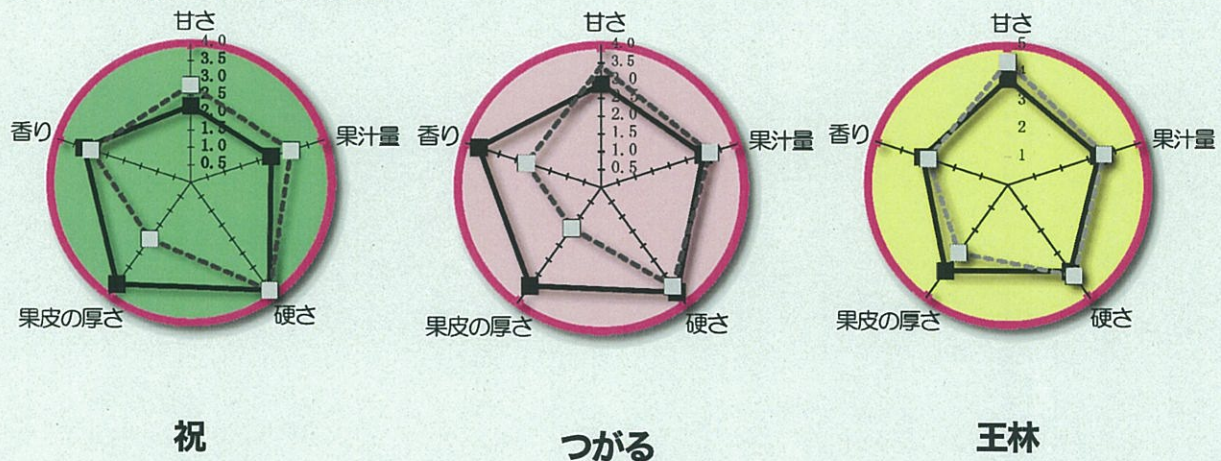
イ 方法

糖度、果汁量、硬度、果皮の厚さ、香りの5項目を試食により12名が5段階評価する。数値が高いほど、甘い・果汁が多い・硬い・皮が厚い・香りが強いことになる。

ウ 結果

収穫直後に行った官能試験の平均値を品種ごとにレーダーチャートにまとめた。その結果、機器で測定したものと同様の傾向を感じる事ができた。また無袋栽培(Control)では果皮が口に残るのに対して、白いリンゴはまったく気にならなかった。あきらかに果皮が薄いことを実感した。さらに白いリンゴの果皮はとてもすべすべしていること、香りはやや弱くなるが甘みもあることから、たいへん美味しいという評価を得た。果皮は太陽の紫外線から細胞を守る役割があるといわれている。袋の中で生育した白いリンゴは紫外線に当たらないため、果皮が薄くなったものと考えられる。

グラフ6 品種ごとの官能試験結果



(7) 実験7 白色保持試験

ア 目的

リンゴは緑のクロロフィル、赤のアントシアニン、黄のカロテノイドという色素を持っている。クロロフィルの合成には光が必要であり、アントシアニンの合成にも紫外線が関わっている。そのため光を遮断して冷蔵保存することで、白いリンゴが緑や赤に変色することは抑えられた。しかし、カロテノイドの合成には光が不要のため、冷暗保存しても黄化すると予想した。そこで黄化を防ぐ方法を探ることにした。

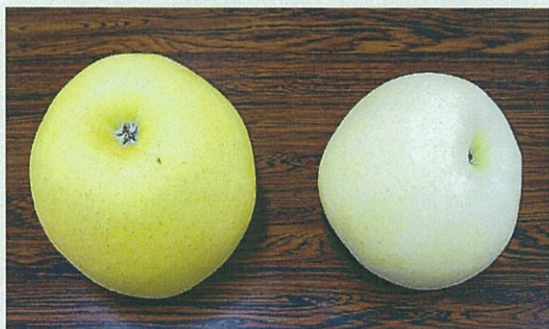
イ 方法

リンゴを紙に包み、そのまま真空パックして冷蔵庫で保存する。約2ヶ月後に開封して変色の程度を目で比較する。品種は長期保存に向く「王林」とした。

ウ 結果

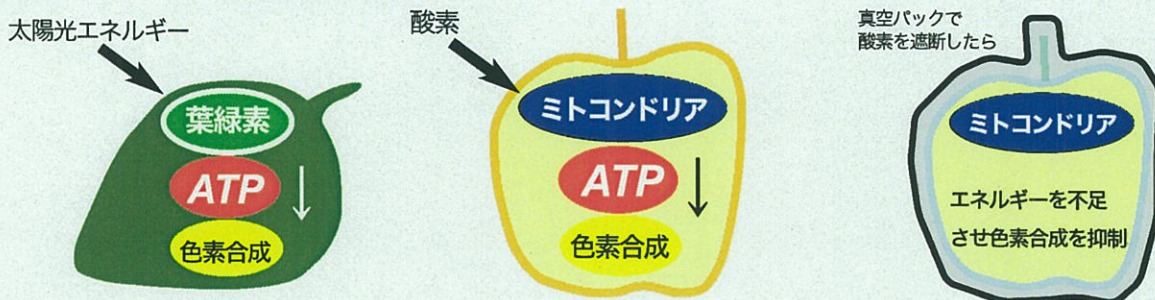
実験の結果、冷暗区に保存したリンゴは予想通り黄化していた。しかし真空パックして冷暗所で保存したリンゴは、収穫 60 日後でも白色のままであった。また冷蔵保存していたため、果肉も十分販売可能な品質を保てることもわかった。

写真3 色の変化（左：冷暗区 右：冷暗真空区）



黄の色素カロテノイドの合成は光を必要としないため、冷暗所で保存しても果実は黄化する。カロテノイドの合成にはエネルギーである ATP が必要である。ATP は、葉では葉緑素で合成される。ところが果実ではミトコンドリアで合成されることがわかっている。このミトコンドリアが ATP を合成するには酸素が必要である。したがって真空パックされ酸素の供給を遮断された果実は、ATP を十分作れなかったため、黄化も起こらなかったと考えられる。

図4 カロテノイド合成と黄化抑制のしくみ



5 サクラランボの研究内容

リンゴに袋をかけることで、果皮が薄く白いリンゴを生産できることがわかった。そこで、この方法で地域の特産であるサクラランボを栽培したらどのような果実になるかを探ることにした。南部町のサクラランボは全国 2 位の産地であり、リンゴと並ぶ当地域の特産品である。したがって新商品開発につながる可能性は高いと思われる。

(1) 実験1 果皮の色の比較

ア 目的 幼果に袋を被せて栽培することで、白いサクラランボを作れるか探る。

イ 方法 収穫 1 ヶ月前の 6 月上旬、幼果を 2 重袋で遮光し、果皮の色を比較する。

ウ 結果

品種「香夏錦」の果皮の色を比較したところ、リンゴとは違い白くならず、黄色の

カロテノイド色素が合成されていた。これはリンゴと同じ原理だと考えられる。しかし果実に色むらはなく、きれいな黄色であった。品種「佐藤錦」も同様であったが、香夏錦と比較するとややオレンジ色が強かった。

写真4 遮光した果実 (左: 香夏錦 右: 佐藤錦)



上段: 普通栽培 下段: 遮光栽培 (香夏錦)



(2) 実験2 果実の大きさ

ア 目的 幼果に袋を被せて栽培することで、果実の大きさはどう変わるかを探る。

イ 方法 収穫直後の果実の重量と縦横径を測定する。縦横径はノギスを使用した。

ウ 結果

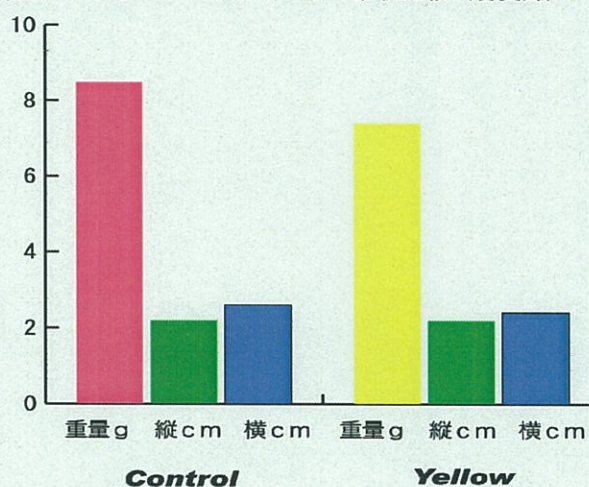
下のグラフのように Control と黄色いサクランボのサイズは、重量 8.5g に対して 7.4g とほとんど同じであった。遮光しても果実の大きさは変化しないことがわかった。佐藤錦についても同じであった。ただし品種特性として佐藤錦より香夏錦の方がやや大きかった。

表2 サクランボの形状データ (上: 香夏錦 下: 佐藤錦)

項目	Control	黄色
重量 (g)	8.4	7.4
縦径 (mm)	22.1	22.1
横径 (mm)	25.6	23.5

項目	Control	黄色
重量 (g)	8.5	8.4

グラフ7 サクランボの形状比較 (香夏錦)



(3) 実験3 果実の糖度

ア 目的 幼果に袋を被せて栽培することで、果実の糖度はどう変わるかを探る。

イ 方法 収穫直後の果実の糖度をデジタル糖度計で測定する。

ウ 結果

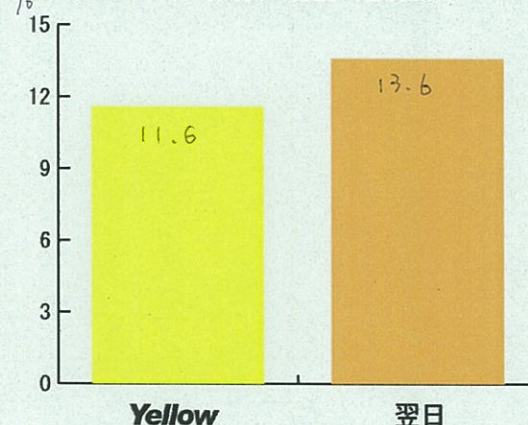
Controlの15.5%に比較して、香夏錦の黄色いサクランボは糖度11.6%と低かった。

また、香りも Control に比較してあっさりとしていた。しかし収穫後、24 時間放置すると糖度は 13.6%と 2%も増えていた。太陽に当たらないため未熟状態で収穫することになったが、収穫後に常温で保存することで後熟して糖度が高くなった。しかし佐藤錦は遮光しても最初から 14.6%と糖度が高く、十分美味しいものであった。またリンゴ同様、果皮は薄くなっていた。

表3 糖度の比較

糖度 (%)	Control	黄色
香夏錦	15.5	11.6
佐藤錦	16.2	14.6

グラフ8 24時間後の糖度(香夏錦)



6 研究のまとめ

光は、果実の品質に大きな影響を与えることがわかった。特にリンゴは見た目だけでなく、糖度が高いなど果物としての長所が多くなるのに驚いた。さらに果皮が薄くなり、皮を剥く必要がなくなり丸かじりしやすくなった。これにより食物繊維を多く摂取できるという付加価値もついた。またサクランボは、白ではなく黄色になった。サクランボには黄色の品種「月山錦」が存在するが、きわめて珍しく生産量が少ない。したがって 1kg7,000 円と高値で取引されている。私たちが考案したサクランボの有袋栽培はどの品種も黄色にできるため、今後話題になると可能性がある。

リンゴを遮光すると白くなることは、経験から農家は知っている。しかし着色が一番大切なポイントであるため、収穫まで袋をかけて栽培することはあり得なかった。さらにサクランボについては、袋をかけること自体考えられないことで、私たちが聞き取り調査しても農家ですら色の予想はつかなかった。しかし、出来上がった「白いリンゴ」と「黄色いサクランボ」は美しい色と肌のため、ぜひ食べてみたいとの声も寄せられるほど新聞やTVで話題となった。今回の研究によって、何でも試してみないとわからないので、疑問解決のため挑戦する態度が重要であることを実感した。

7 今後の課題

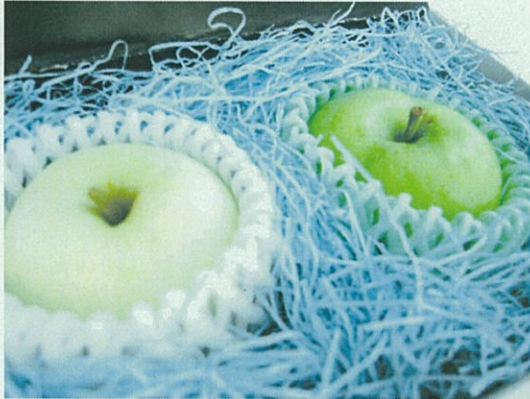
現在は感性工学の手法で、色を活用した新しい商品の実現を目指している。

(1) メッセージ・アップル

リンゴには赤、黄、緑の3色がある。これに私たちが開発した白いリンゴを加えることで4色となる。例えば色の組み合わせ次第では祝福の紅白、フレッシュな緑白な

ど贈り主のメッセージが伝わるギフト商品になると考えている。将来は、贈り主からインターネットで受注し、クリスマスやバレンタイン、お祝いやお礼など気軽に使ってもらえるリンゴ商品となって、丸かじりを楽しんでもらいたいものである。

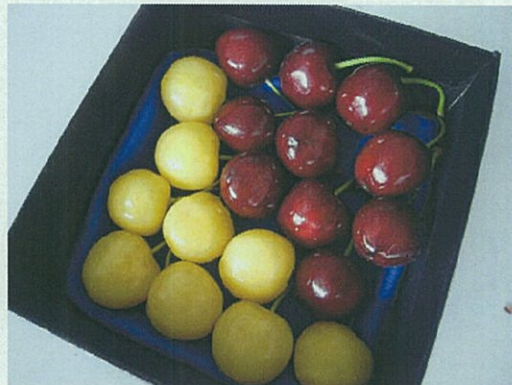
写真5 メッセージ・アップルのサンプル



(2) 黄色いサクランボ

なかなか手に入らない黄色いサクランボを小箱に詰めてパーソナルギフトとして提供したい。サクランボの赤にも深紅、薄紅などさまざまあるので宝石のようなたいへんきれいな商品となる。1年間に1回だけ、結婚式が多くなる6月に提供する黄色いサクランボの商品は高いニーズがあると思われる。

写真6 黄色いサクランボのギフト・イメージ (右: 黄と真紅、左: 黄と深紅)



以上、2年間に渡って最後の生活科学科が研究した白いリンゴと黄色いサクランボの研究報告とする。感性工学は工業製品の商品開発に用いられるが、農業とデザイン・芸術を組み合わせた研究例はあまりない。今後、暮らしを豊かにする新しい研究分野になると思われる。最後になったが、ご協力していただいた園芸科学科・地域の農家の方々に感謝したい。

8 参考文献

りんご大学 http://www.ringodaigaku.com/study/statistics/production_kind.html

日本植物生理学会 <http://www.jspp.org>