

【教育実践報告】

2016年度サイエンスサマーキャンプ報告

——果実品質調査による農学実験の理解——

浅田真一

要 約

高大連携での授業で行われているサイエンスサマーキャンプで、果実の糖度、クエン酸濃度の測定、食味調査といった果実の品質調査を行った。クエン酸濃度は中和滴定で測定するため化学実験の要素が中心となってしまうことが考えられた。そこで、実験試料となるブルーベリーの果実を成熟段階別にサンプリングすることから始めることで生物実験の要素も組み入れた。実験後には、それぞれの果実の糖度、クエン酸濃度の測定値と、果実の大きさ、重さ、食味調査などの結果とあわせて考える時間を設けた。高等学校指導要領に含まれている実験操作を組み合わせることで、大学での農学実験の内容を理解してもらうことを試みた。

キーワード：果実、中和滴定、品質調査、食味、高大連携

1. はじめに

スーパーサイエンスハイスクール（SSH）に指定された玉川学園と玉川大学農学部の連携実験講座の一環として取り組んでいるサイエンスサマーキャンプを実施した。今回は、実験室や学内農場などの大学施設の利用に加え、大学生によるサポートを盛り込んだプログラムを実施した。

2. プログラムの概要

玉川学園の9～12年生を対象に「果実の品質と食味」

といったタイトルで募集を行い、15名の生徒の参加のもと、2016年7月28日に行った。授業としては、果実の甘味、酸味を数値で比較すること、およびそれぞれの測定方法を理解することを主な目的とした。これらを9～12年生が理解するために、以下のような授業を組み立てた。

15名の生徒を男女混合になるように5名ずつ3班にわけ、それぞれの班にリーダーとなる大学4年生（以下、大学生リーダー）を男女1名ずつ配置し、表1のような流れで授業を進めた。午前中は、当日のガイダンスおよび「果物の味について」をレクチャーした後、大学生リーダーが各班の生徒達を引率する形で学内農場内に移動

表1 授業の流れ

時 間	内 容	場 所	担 当
10:00	ガイダンス レクチャー「果物の味」	実験室	担当教員
10:30	プラム、ブルーベリー果実のサンプリング	学内農場	リーダー+担当教員
11:30	果実の洗浄、実験準備	実験室	リーダー+担当教員
12:00	昼休み		
13:00	実験操作の説明	実験室	担当教員
13:30	実験操作Ⅰ 果実の糖度、クエン酸濃度の測定	実験室	リーダー+担当教員
14:30	実験操作Ⅱ 果実の食味試験	実験室	リーダー+担当教員
15:00	各班のデータ発表、まとめ	実験室	担当教員
15:40	修了書授与	実験室	担当教員

し、試料となる果実のサンプリングを行った。昼休み後には実験室で実験操作の具体的な説明を教員から行った後に、大学生リーダーの指導に従って、糖度、クエン酸濃度の測定を行った。この操作が終了した時点ですべての実験器具を片付け、改めて食味調査を実施した。大学生リーダーには当日の流れ、実験操作をあらかじめレクチャーしておき、学内農場での活動、実験時の操作指導などは、大学生リーダーからそれぞれの生徒に行い、必要に応じて教員から指示を出した。

3. 学内農場での果実のサンプリング

一日の授業の中で生徒達が能動的に動く時間なるべく多く設けたことから、農場での体験を組み入れた。まず、学内農場では、当日の実験試料としてプラムとブルーベリー果実のサンプリングを行った。プラムを採集する基準は、「なるべく熟していると思われる果実」とし、大学生リーダーの補助の下、各自1果を取った。

ブルーベリーの圃場では、A：「完熟しており簡単に枝から外れるもの」、B：「見た目は完熟しているが簡単には枝から外れないもの」、C：「まだ熟しきっていないもの」の3種類に分類し、約200mlのプラスチックカップに入るだけ、果実を収穫するよう指示した(図1)。大学生リーダーには、これらの3種類の果実を生徒達と収穫しながら教えるようにあらかじめ伝えておき、生徒達には果実の成熟程度の違いを枝から果実が取れる感触を実感させながら行った。樹から直接実験試料をサンプリングすることで、どこになっていた果実なのか、自分の選んだ果実の味とその測定値を確認するなど、果実の味が植物体の生命現象に起因していることも体験の中で理解できるようなプログラムを考えた。

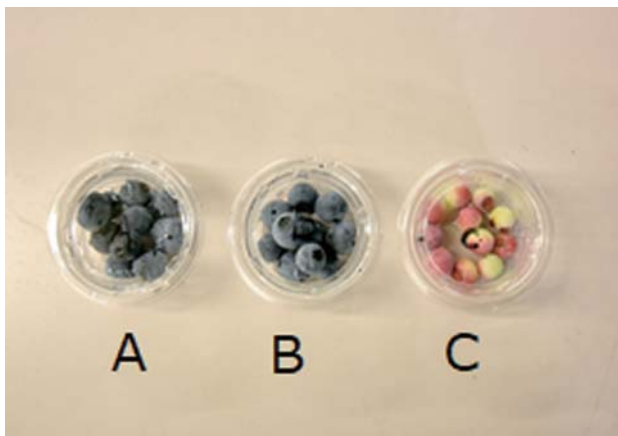


図1 成熟段階別にサンプリングしたブルーベリー果実

4. 実験操作 I 糖度、クエン酸濃度の測定

各自のプラム、3種類に分類したブルーベリーの果実重、縦横径を測定した後に、それぞれ果汁を搾り取った。なお、ブルーベリーのような小さな果実からは、小型の遠心分離機を用いて果肉から果汁を分離させる操作も行った。ここまでの操作は、生徒間で手分けをしながら、それぞれの操作を皆が体験できるように、大学生リーダーが生徒を誘導しながら各班での実験操作をすすめた。

糖度の測定には、主に手持ちの屈折糖度計を用いた。この方法では一人ずつでしか測定結果を見ることができないため、同時に測定結果を複数の生徒で共有することは難しい。ただし、装置の構造が単純で、糖度測定の原理については説明しやすいため、主にこの器具を活用した。

クエン酸濃度の測定は、カンキツの調査法(1987)に従い、水酸化ナトリウム溶液による中和滴定を行った。所定の濃度に調整した果汁に指示薬のフェノールフタレインを滴下し、ブルーベリー用には約0.01Nに調整した水酸化ナトリウム溶液を用いた。また、その他の果実には、0.1Nに調整した同溶液を滴定に用いた。滴定にはデジタルビュレットを用い、それらの操作、変色点の判断などを大学生リーダーが教える形をとった。得られた滴定値を準備した表計算ソフトの計算式に入力させて、果樹中のクエン酸濃度に換算させた。糖度、クエン酸濃度の測定は、午前中に採集したプラムを各自1果、ブルーベリー果実は時間の都合から、各グループで3果を供試した。ほかに、購入した甘夏、レモンを1果ずつ、パイナップルは1果を3等分したものを供試した。

ブルーベリーの測定結果を表2に示した。3グループとも果実の成熟にともなって糖度が上昇し、クエン酸濃度が低下する傾向が示された。また、他の果実の結果を表3に示した。ここでは自分たちがイメージしていたそれぞれの果実の甘味、酸味を数値で確認することができた。

表2 成熟段階別に採集したブルーベリー果実の品質

	成熟段階*	果実重 (g)	果径 (mm)		糖度 (Brix%)	クエン酸濃度(%)
			縦径	横径		
1 班	A	2.1	12.7	15.8	12.8	0.93
	B	1.0	9.8	12.2	10.4	1.30
	C	0.8	9.3	11.6	9.3	1.68
2 班	A	2.0	12.5	15.4	13.0	1.41
	B	1.5	11.1	13.6	11.7	1.45
	C	0.9	10.4	11.8	8.8	3.93
3 班	A	2.1	12.7	15.2	13.5	1.12
	B	1.1	10.1	11.6	11.0	1.63
	C	1.0	9.5	11.7	7.2	1.48

*A：完熟しており簡単に枝から外れるもの
 B：見た目は完熟しているが簡単には枝から外れないもの
 C：まだ熟しきっていないもの
 **各調査果実数は3果

表3 他の果実での糖度、クエン酸濃度

	n	糖度 (Brix%)	クエン酸濃度(%)
プラム	6	12.0	1.41
パイナップル	1	14.6	0.74
甘夏	3	10.4	1.34
レモン	3	6.9	6.03

5. 実験操作Ⅱ 食味調査

すべての実験装置を片付けた後に、食味調査を行った。日頃、口にしていく果物の良し悪しは、感覚としてどの程度甘いのが品質の基準となっている場合が多い。ただ、果実を美味しいと感じる基準は、「甘さ」を示す果実中の糖濃度だけではなく、酸っぱさや香り、歯ごたえ、果皮・果肉色など様々な要因が関与している。そこで、果実の食味調査では、実際に測定した値と、自分で感じた味を大学生リーダーや生徒同士で確認しながら行うようにした。その際には、それぞれの感覚にも大きな違いがあることも認識してもらうために、大学生リーダーを中心にお互いの感想を述べあうような機会とした。

さらに、多めに集めてきたブルーベリーを用いて、果実をかじりながら、その果実の糖度を測定する糖度あてを行った。数回、この操作を繰り返すことで、自分の食味の感覚から果実の糖度を推定することが可能であるこ

とを体験してもらう機会とした。

6. まとめ

この授業では、果実の甘味、酸味を数値で比較すること、およびそれぞれの測定方法の理解を目的とした。この目的を達成させるためには、糖度の測定、中和滴定、果実の生育、味覚など高校理科での化学基礎、生物基礎では、それぞれ個別の単位として取り上げられる内容を包括したプログラムにする必要がある。

まず、理科に関する高等学校学習指導要領に示されている化学基礎では「化学反応—酸・塩基と中和—」の内容が挙げられている。これを実験から理解するために、食べ物の酸味を測定することに中和滴定を利用した。塩基性物質である水酸化ナトリウムを滴下する対象である酸性物質を、果実中のクエン酸にすることで測定結果を実感し理解を深めることができたと考えられた。さらに、食べ物を試料にしている点では「化学と人間生活」についても関連があると考えられる。指導要領では「化学と人間生活とのかかわりについて関心を高め、化学が物質を対象とする科学であることや化学が人間生活に果たしている役割を理解させるとともに、観察、実験などを通して物質を探究する方法の基礎を身に付けさせる」とされている。この内容には食品に関する記載はないが、生活に関わる身近な物質を理解させる手段として食品であ

る果実を試料にすることは、生徒の理解を進めやすい手段になると考えられた。

生物基礎では、「生物と遺伝子 生物の特徴 細胞とエネルギー」の中で扱われる光合成に関連づけられる。果実の味は、植物が生育している現象の一部であり、感じる甘味が光合成産物であること、果実の生育段階で変化していくことを、実験後のまとめで考える時間をもった。表2を中心に結果を各自で板書し、果実が成熟するまでに糖やクエン酸濃度がどのように変化するかなどを中心に考えた。未熟な果実は、「酸っぱい」「味が無い」など、食べなくても生徒たちは感覚的にはわかっている。それを、糖度やクエン酸濃度といった数値で示すことでより具体的な理解につなげることができた。

農業科に関する高等学校学習指導要領では、1) スペシャリストの育成、2) 人間性豊かな職業人の育成、3) 創造力・実践力の育成といった3つの目標が挙げられている。これを達成するために、生徒が「農業の各分野に関する基礎的・基本的な知識と技術を習得」することと並行し、「農業の社会的な意義や役割について理解」「農業に関する諸課題を主体的、合理的に、かつ倫理観をもって解決し、持続的かつ安定的な農業と社会の発展を図る創造的な能力と実践的な態度を身に付ける」という考え方がなっている。今回は、作物の一つとしての「果樹」の一部を解説する内容であり、指導要領の3つの目標に関連付けるには至らなかった。ただし、授業の中で農場を散策し、試料を直接樹から採集するといった過程では、農業科につながる部分も盛り込むことはできた。さらに高校理科では扱わない、舌で感じる味覚と「おいしい」と感じる感覚の関係を実感させるために、様々な果実の測定と食味試験を行った。甘い果物、酸っぱい果物として印象付けられたものでも、それぞれの測定結果は生徒達の想像と異なっていたようで、驚きを感じてもらった。ただ、時間の関係で人が感じる「おいしさ」を考えるにはいたらなかった。

生徒達が授業に参加したきっかけは、「果物に興味があった」「実験が大好き」「SSHの活動が楽しみ」が中心

であった。授業では、1) 高校の理科実験では使用しない器具類の利用、2) 野外と実験室の往復、3) 大学生リーダーと対話をしながらの進行、4) 指導教員からの1回の説明時間を可能な限り短縮するといった点に留意し、授業内に、発見、気づき、緊張、リラックスなど生徒たちが様々な感情をもつような仕組みを用意してみた。授業後の感想では「本格的な器具を扱えたことが良かった」「なぜ果物をおいしいと感じるか科学的に考えることができた」「甘さの基準となる糖度を理解できた」などが生徒たちから挙げられており、おおむね授業の狙いも達成できたようであった。さらに、「学園内だけで行ったことのない農場に入れた」「大学生の先輩が丁寧に教えてくれて、初めての実験も行うことができた」といった感想もあがり、大学生リーダーの存在もこの授業では、非常に効果的であったと考えられる。リーダーとして参加した大学生からは、「高校生にきちんと指導した経験はなく、説明するためには思った以上に知識が大切だと思った」「9年生と12年生では知識量も違うので、指導方法にも気を配った」「実験の過程でも生徒たちが成長している過程を見るのが面白かった」といった感想があった。指導側になった大学生にとっても、日頃のルーチンワークが違った形で各自のスキルアップにつながったと考えられた。

なお、この授業の様子は玉川大学・玉川学園のホームページでも授業風景の写真とともに紹介されている。

引用文献

- 高等学校学習指導要領解説 理科編 平成21年7月 文部科学省
高等学校学習指導要領解説 農業編 平成21年7月 文部科学省

参考文献

- カンキツの調査方法 (1987) 農林水産省 果樹試験場興津支場編 5-12.
玉川の教育/教育活動レポート (2016)
http://www.tamagawa.jp/education/report/detail_10920.html