雑草害調査と草取り体験を通して 除草剤の意義と課題の理解を促す教育実践

渡邊 司・皆川 泰臣・鈴木 裕子・服部 達也
SAPIX環境教育センター

Hands-on Learning to Promote the Understanding of the Benefits and Problems of Herbicides
through the Experience of Weed Threats and Hand Weeding

Tsukasa WATANABE, Yasuomi MINAGAWA, Yuko SUZUKI, Tatsuya HATTORI
Environmental Education Center, SAPIX
(受理日 2021年3月3日)

We conducted a hands-on learning program to promote the understanding of the benefits and problems of herbicides among students through the experience of weed threats and hand weeding. A total of 120 fourth-grade elementary students participated in this program. To investigate the effect of weeds, green soybean, Egyptian spinach, and green onion were cultivated for two months. Weeds were initially seeded throughout the entire field. Later, the students weeded half of the field to avoid damage to the crops, while the remaining crops were exposed to weeds throughout. We observed that the weeds decreased crop yields. Initially the Egyptian spinach and green onion grew slowly in comparison to the weeds and consequently, their yields declined considerably due to the interception of sunlight by the weeds. In contrast, green soybeans grew rapidly and managed to intercept the sunlight faster than the weeds. Hence, the loss to the yield of green soybeans was relatively small. The students acquired a basic knowledge of weeds and herbicides through lectures; however, they observed the crop damage caused by the weeds and experienced hand weeding in the field. Further, they understood the effects of weeds on crops through their hands-on experiment. Finally, they realized the difficulties of agriculture and regarded herbicides in a positive light. However, the educational aspects that could assist the students to recognize the benefits and problems of herbicides was insufficient.

Key words : benefits and problems, experiment, hands-on learning, herbicide, weeds

I はじめに

農薬は、作物の病害虫や雑草を防除し、農業の生産性向上や農産物の品質の安定化、農作業の省力化などに多大な貢献をしてきた（北村 1993）。また、効力を重視するあまり、散布者や水生生物への悪影響、生物濃縮などの問題が生じたことへの反省から、毒性や残留性の低い農薬への移行が進められた（科学技術教育協会 1995）。現在の農薬は、安全性を確保するために、さまざまな毒性試験を経た上で認可され、適正な使用法も定められている（土倉 1993）。ただし、農薬の長期的・複合的な影響や分解中間物の毒性（立川 1980）、生物多様性への影響（深海 1998）など、十分に解明されていないリスクもある。そもそも農薬は、病害虫や雑草の活動を抑制したり殺したりする高い生理活性を有するものであり、

防除目的外の生物や環境に全く影響のない「ゼロリスク」はあり得ない（中村・片山 2004）。

一方で、無農薬栽培は、農薬に代わる費用と労力を要し、生産性も低いと、経営規模の拡大は難しく、十分な食料供給は不可能と考えられる（農薬工業会 1993）。また、作物の病原菌の中には強力な毒素を産生するものがあり（見里 1975）、病害虫に侵された作物が生成する抵抗性物質の中にも毒性の高いもの（見里 1983）やアレルギー物質（日本植物防疫協会 2008）があるため、無農薬栽培の作物にも食品安全上のリスクはある。

中津川（2005）は、農薬か無農薬かという二者択一の思考癖は環境保全の妨げになりかねず、もっと柔軟な将来の展望が必要であると主張している。梅津（1998）は、農薬をむしろ肯定的に捉え、環境保全に役立つ農薬に関する各種の技術⁽¹⁾を積極的に展開することが重要

かつ現実的方策であると述べている。

今後でも農業が必要とされる以上、その使用や安全性について、一般消費者にも適切な理解が得られるべきであろう。乾（2005）は、消費者の農業に対する漠然とした不安を解消するために、教育・啓蒙活動は最も重要であると述べている。西村（2005）は、「安全」と「安心」だけでなく「農業を必要とする」という要素も加え、人々がバランス良く考える社会へと「教育」によって導くために、農業が持つ意義を正確に伝えることが大切であるとしている。そして、上野（2004）は、農業に対する偏見を打破し、ゼロリスクを求めるのではなく、冷静な判断能力を養うには、幼少期からの教育において、食と農の重要性も十分に考慮しながら、農業のベネフィットとリスクの両面を扱うリスクコミュニケーションが重要であると主張している。

ところが、宮川（2017b）は、学習指導要領や教科書を調査した結果、日本の教育における農業の扱いは断片的であり、しかも「使うべきではないもの」「使わない方がよいもの」として否定的に扱われることが多いと報告し、農業が単なる食品や環境の汚染物として認識されてしまうことを懸念している。岩松（2011）も、日本環境教育学会で報告されてきた教育実践における農業の扱いに関して、ほとんどが、そもそも「農業を使わないことがよい」という立場からのスタートであったと報告している。また、近藤（2008）は、教員が農業に対して誤った認識や先入観しか持っておらず、それを教育の場で生徒に対してストレートに語ってしまうために、農業に対する正しい認識がされないと批判している。

農業がすべて悪ではないという扱い方や、多角的に考えるような意識づけをする教育実践もなくはない（岩松 2011）。しかし、孕石（2015）は、小学生の多くは既に「農業は危険で、無農業は安全」というイメージを持っており、適切な情報と健全なリスク観を持たせるよう、農業のはたらきや発がんリスクの低さ、天然物の毒性、無農業野菜のリスクなどを学ばせてもなお、そのイメージを変えることができなかったと報告している。

岩松（2011）は、農業の是非について単純に双方の主張を取り上げても公正に扱うことにはならないと断じている。その上で、農業を使用せざるを得ない農家の現状や、消費以前の段階における自分との関わりといった視点がないことを指摘し（岩松 2013）、主体的に考える環境教育のためには、生産者という視点が必要であると主張している（岩松 2012）。宮川（2017a）は、農業のことを教えるには、農業を使わなければどうなるかを実感させることが最も重要であるとしている。近藤（2008）も、種播きから収穫までの一連の流れを体験させ、雑草や病虫害から植物を守る難しさや大変さを覚えさせる中で、農業の有用性や適正な扱い方を理解させることが何よりの環境教育となると述べている。そして、農業の

意義と課題の両面を理解させることは、生産者の立場や苦勞を理解できる消費者、あるいは消費者の立場や心情を理解できる生産者の育成にも寄与できると考えられる。

そこで筆者らは、農業を否定的な先入観だけで捉えるのではなく、その意義や課題を体験的に理解できるような教育を企図した。ただし、農業の種類は多く、体験学習でそのすべてを網羅するのは困難であると考え、テーマを除草剤に絞った。その理由は、日本の農業は雑草との闘いともいわれるほど雑草の影響は大きく（谷山 1985）、無農業栽培を実践する農家でも「除草剤1回だけは使わせてもらいたい」という声をあげるほど、除草剤は農業の中でも特に重宝されている（日本農業学会 1996）ためである。そして、児童が作物を栽培しながら雑草の影響を調べ、自分の手で草取りをする体験を通して、除草剤を使わなかった場合の農業の大変さを認識した上で、除草剤の意義や課題を理解することを目的とした教育プログラムを開発した。本論文では、その教育実践の方法と児童への教育効果について報告する。

Ⅱ 教育の実践

1 実施概要

1) 実施日

2019年5月12日、6月16日、7月21日の全3回、いずれも日曜日に実施した。

2) 時間

午前の部は10:00~12:30、午後の部は14:30~17:00に実施し、午前の部と午後の部はそれぞれ別の児童が参加した。

3) 参加者

渡邊ら（2020）は、トンネル栽培と露地栽培の対照実験を通じた農業教育において、その内容の理解には小学4年生以上が適当としている。本講座も同様の対照実験を中心とすることから、対象を小学4年生とした。参加は希望者制で、首都圏在住の120名が申し込んだ。実際の参加者数は、5月12日:116名、6月16日:112名、7月21日:111名であった。

4) 場所

作物の栽培は、東京都世田谷区にある貸菜園アグリ成城で行った。菜園の1区画は2 m×3 mの6 m²であり、午前の部と午後の部でそれぞれ5区画ずつ、合計10区画を使用した。栽培期間中は筆者らが週に1~2回菜園を訪れ、間引きや灌水などの作業を行った。教育の実践において、農作業および野外での測定はアグリ成城の菜園で行い、室内での実験や講義はSAPIX小学部成城校の教室で行った。

5) 教材

講義の内容、栽培記録（作物や雑草の成長過程の写真と説明）、実験方法、観察や実験の結果・考察の記入欄

からなるA4判のプリントを毎回配布した(全40ページ)。

2 内容

教育実践の内容を表1に示した。

1) 1回目(5月12日)

はじめに講義⁽²⁾を行った。植物の一生について、発芽、生育、開花・結実の仕組みを説明した上で、それぞれの段階において、雑草がどのような戦略で、人間に抜かれたり刈られたりしてもなお生き延びるのかを、具体例を挙げながら説明した。そして、本講座のテーマとして、雑草が作物にどのような影響を与えるかを調べることを伝えた。

講義後、菜園に移動し、農作業を行った。児童への農作業の指導は、筆者らを含む10名の講師で行った。1つ1つの作業を、筆者らが手本を見せながら説明した後で児童に行わせ、耕起、施肥(バイオゴールドオリジナル、(株)タクト)、播種、灌水の順に進めた。

図1に菜園の植栽図を示す。作物は、エダマメ(品種：奥原早生、タキイ種苗(株))、モロヘイヤ(品種：モロヘイヤ、タキイ種苗(株))、葉ネギ(品種：九条太、タキイ種苗(株))の3種類とした。その理由は、雑草の影響の度合いが異なることを前年に確認しており、それらの形態や成長速度の比較が光競合を理解させるのに適していると考えたためである。雑草は、自然発生では生物種や密度が均等ではなく、対照実験として成り立たせることが困難なため、作物であるヒエ(品種：ホホワイトパニック、タキイ種苗(株))の種子を1 m²あたり20粒播き、これを「雑草」とした。人為的な雑草としてヒエを用いたのは、農耕地の代表的な雑草の1つであるノビ

エ(イヌビエやタイヌビエなどの総称)と近縁(イネ科ヒエ属)であり、市販の作物種子として容易に入手できるためである。また、栽培目的外のものであれば作物種であっても雑草とみなされる(例えば、ダイズ畑で前作の落穂から発芽したコムギは雑草となる)ため、本講座においてヒエを雑草として扱うことに問題はないと考えた。2回目の講座日において児童に草取りを体験させ、雑草なし・ありの分けをするため(それまで生育する雑草が作物の収量に影響を与えないことは前年に確認済み)、1回目の農作業では菜園の全面にヒエを播種した。

農作業後、再び教室に戻り、作物の種子の観察と、種子に含まれている成分(でんぷんとタンパク質)を調べる実験を行った。そして、種子は大きく分けて、でんぷんを多く含むものと脂肪を多く含むものがあり、前者は人間の主食とされるものが多く、後者は食用油などに利用されていることを説明した。また、タンパク質はから

図1 菜園の植栽図

表1 教育実践の内容

1回目(5月12日)	2回目(6月16日)	3回目(7月21日)
<p><講義: 35分></p> <ul style="list-style-type: none"> ・植物の発芽、生育(光合成・呼吸)、開花・結実の仕組み ・雑草の生存戦略 <ul style="list-style-type: none"> ・発芽: 不斉一発生…根絶が困難(オナモミ、ナズナ) ・生育: つる…成長が速い(クズ) ・開花: 順次開花、媒介昆虫の限定(シロツメクサ) ・繁殖: 種子散布…風を利用する(タンポポ) ・動物や人間を利用する(スミレ、オオバコ) ・栄養繁殖…地下茎断片から出芽する(ヒルガオ) <p>移動: 10分</p> <p><農作業: 65分></p> <ul style="list-style-type: none"> ・耕起、施肥、播種、灌水 <p>移動: 10分</p> <p><実験: 25分></p> <ul style="list-style-type: none"> ・種子の観察および成分(でんぷん、タンパク質)検出 <p><まとめ: 5分></p> <ul style="list-style-type: none"> ・感想の記述 	<p>移動: 10分</p> <p><農作業: 60分></p> <ul style="list-style-type: none"> ・観察 ・除草 ・作物の草高の測定 ・作物群落内の照度の測定 <p>移動: 10分</p> <p><実験: 30分></p> <ul style="list-style-type: none"> ・雑草の地上部生重量の測定 ・草高および照度のグラフ作成 <p><講義: 35分></p> <ul style="list-style-type: none"> ・雑草害: 光競合、養分競合、アレロパシー ・除草剤の功績: 省力化、減収回避 ・除草剤の課題 <ul style="list-style-type: none"> ・コスト(採算性の悪化) ・誤用による事故 ・抵抗性雑草の出現 <p><まとめ: 5分></p> <ul style="list-style-type: none"> ・感想の記述 	<p>移動: 10分</p> <p><農作業: 60分></p> <ul style="list-style-type: none"> ・観察 ・作物の収穫、除草 ・雑草の地上部生重量の測定 <p>移動: 10分</p> <p><実験: 40分></p> <ul style="list-style-type: none"> ・作物の個体当たりの収量の測定 ・土壌ECの測定 <p><講義: 10分></p> <ul style="list-style-type: none"> ・除草剤以外の雑草防除法 <ul style="list-style-type: none"> ・マルチング、有機質資材、アイガモ ・雑草との共存 <ul style="list-style-type: none"> ・グランドカバープランツ ・食べられる雑草と救荒の功績 ・多肥栽培による雑草共存下での収量確保 <p><まとめ: 20分></p> <ul style="list-style-type: none"> ・実験結果の考察 ・感想の記述

だをつくるために必要なもので、どの種子にも含まれていることや、ダイズはタンパク質が特に多く、人間の食料としてさまざまな形で役立っていることを話した。

最後に、この日の講座の感想を自由に記述させた。

2) 2回目 (6月16日)

まずは菜園で、作物や雑草の生育状況の観察、記録を行った。次に、各菜園の半面を児童に草取りさせ、雑草なし区と雑草あり区に分けた。そして、作物の草高と、作物群落内の照度の測定を行った。作物の草高は、各区画においてそれぞれの作物を無作為に6個体ずつ選び、地表から作物の最も高い位置までの高さを、1 mの竹尺で測定した。作物群落内の照度は、各区画の作物区ごとに、雑草なし区と雑草あり区の作物条間を3地点ずつ定め、3段階の高さ(エダマメ区: 地表から10 cm・20 cm・50 cm、モロヘイヤ区・葉ネギ区: 地表から5 cm・10 cm・30 cm)における照度を、簡易照度計(LM-15N、(株)ナリカ)で測定した。

菜園での作業後、教室へ移動し、菜園で抜いた雑草の地上部生重量の測定を行った。雑草の地上部生重量(図

2)は、作物区間で差が認められなかった。次に、菜園で測定した草高と照度のデータをグラフ化した。作物の草高(図3)は、エダマメが46 cm、モロヘイヤが14 cm、葉ネギが16 cmであった。作物群落内の照度(図4)は、エダマメ区では、雑草なし区・雑草あり区ともに、地面からの高さが低くなるにつれて減少した。一方、モロヘイヤ区と葉ネギ区の照度は、雑草なし区では高さによる変化がほとんどないかわずかであったのに対し、雑草あり区では地面からの高さが低くなるにつれて減少した。これらの結果から、エダマメは初期成長が速く、その葉が雑草への光を遮っているが、モロヘイヤと葉ネギは初期成長が遅く、むしろ雑草に光を遮られていると考えられる。以上のことを、筆者が児童に説明した。その際、広葉型とイネ科型の高さごとの生物体量の垂直分布⁽³⁾を示し、広葉型の典型であるエダマメに比べ、イネ科型に近い葉ネギは光競合において不利であることも補足した。

その後、講義を行った。まず、雑草が作物に与える害として、光や養分の収奪、アレロパシー作用による発芽

図2 雑草の地上部生重量 (6月16日)

※各々5区画の平均値で、エラーバーは標準偏差を示す
異なるアルファベットは5%水準で有意差あり (Tukey's HSD検定)

図3 エダマメ、モロヘイヤ、葉ネギの草高 (6月16日)

※各々30個体(1区画当たり6個体×5区画)の平均値で、エラーバーは標準偏差を示す
異なるアルファベットは5%水準で有意差あり (Tukey's HSD検定)

図4 作物群落内の照度 (6月16日)

※各々15地点(1区画当たり3地点×5区画)の平均値で、エラーバーは標準偏差を示す
それぞれの高さにおける雑草なし区と雑草あり区の照度の平均値間差 … ***: $p < 0.01$, **: $p < 0.05$, *: $p < 0.1$, NS: 有意差なし (t検定)
雑草なし・雑草ありのそれぞれの区における高さ別の照度の平均値間差 … 異なるアルファベットは5%水準で有意差あり (Tukey's HSD検定)

や生育の阻害を挙げ、除草の必要性を認識させた。そして、農業の労働の中で除草が最も過酷といわれてきたことを話した。その上で、除草剤の使用により農作業が大幅に省力化され、同時に減収の回避にもなり、農業生産に大きく貢献してきたことを説いた。一方で、除草剤には課題もあり、特に畑作において除草剤の費用が採算性を悪化させる場合があること、現在の除草剤は適切に使用すれば安全性が高いものの、誤用による事故の危険性はあること、除草剤の効かない抵抗性雑草が出現してしまうことを挙げた。

最後に、この日の講座の感想を自由に記述させた。

図5 雑草の地上部生重量 (7月21日)

※各々5区画の平均値で、エラーバーは標準偏差を示す
異なるアルファベットは5%水準で有意差あり (Tukey's HSD検定)

3) 3回目 (7月21日)

まずは菜園で、作物の生育や雑草の有無による違いなどの観察、記録を行った。次に、作物の収穫と、雑草あり区の草取りを行った。児童の農作業の傍らで、筆者らは各区画の作物区ごとに、雑草なし区と雑草あり区のそれぞれの土壌 (表層0~10 cm) を2地点ずつ採取し、午前の部では雑草あり区の雑草の地上部生重量をばね式手秤 (SAN-5、(株)三光精衡所) で測定した。

菜園での作業後、教室に移動し、作物の個体当たりの収量と土壌ECの測定を行った。エダマメはもぎ取った莢、モロヘイヤは茎から切り離れた葉 (葉柄を含む)、葉ネギは根を切り落とした茎葉の重さを収量とした。土壌ECは、土壌中に残っている養分量の指標であり、岩手県立農業試験場 (1990) の簡易測定法に準じて、電気伝導率計 (72758、シンワ測定 (株)) で測定した。ただし、途中で実験の終了予定時刻を超過し、すべての土壌サンプルを測定することができなかった。

実験後、講義を行い、除草剤を使わない雑草防除法や雑草の利用など、雑草や除草剤との向き合い方を見直そうとする取り組みを紹介した。

講義後、実験のデータを元に、作物への雑草の影響について、児童に考察させた。雑草の地上部生重量 (図5) は、モロヘイヤ区と葉ネギ区に比べてエダマメ区で有意

図6 エダマメ、モロヘイヤ、葉ネギの個体当たりの収量 (7月21日)

※各々20個体 (1区画あたり4個体×5区画) の平均値で、エラーバーは標準偏差を示す
***: $p < 0.001$, **: $p < 0.01$, *: $p < 0.05$, NS: 有意差なし (t検定)

図7 各作物区の土壌EC (7月21日)

※各々5~9サンプル (1区画あたり1~2サンプル×5区画) の平均値で、エラーバーは標準偏差を示す
***: $p < 0.001$, **: $p < 0.01$, *: $p < 0.05$, NS: 有意差なし (t検定)

に小さかった。作物の個体当たりの収量（図6）は、いずれの作物も雑草なし区に比べて雑草あり区で有意に小さかった。ただし、モロヘイヤと葉ネギは大きく減収したのに対し、エダマメは減収の程度が小さかった。その原因を2回目の実験結果と合わせて考えると、初期成長の速いエダマメは光を遮ることで雑草の生育を抑制し、初期成長の遅いモロヘイヤと葉ネギは雑草に光を遮られて生育が抑制されたことが示唆される⁽⁴⁾。土壌EC（図7）は、いずれの作物区においても、雑草なし区と雑草あり区で有意差が認められなかった。本実験の結果か

らは、作物の減収の原因として、雑草に養分を奪われたことを示す証拠は得られなかった⁽⁵⁾。以上のことを、児童に自分なりの考察をさせた後に、筆者が説明した。

最後に、本講座全体を通しての感想を自由に記述させた（午後の部のみ；午前の部は時間がなく割愛した）。

Ⅲ 教育効果の評価

本講座の教育効果を評価するために、各回の児童の感想（記述した人数分）について、テキストマイニングソフトKH Coder（樋口 2004）を用いて共起ネットワーク

図8 講座1回目における児童の感想の共起ネットワークとグループ分類（グループ番号は記述した人数の多い順に付与しており、Subgraph No.とは必ずしも一致しない）

表2 講座1回目における児童の感想の共起ネットワークによる分類と記述例、および人数と割合

グループ	人数 (割合)
記述例 (原文のまま掲載)	(N=106)
グループ1: 種子の理解	36 (34%)
<ul style="list-style-type: none"> ・ トウモロコシやエダマメの種のつくりが勉強になった。 ・ トウモロコシはでんぷん、えだまめはたんぱく質が多いことがわかりました。 ・ トウモロコシなどのでんぷんが多いと主食になることが多いと分かった。 ・ トウモロコシとえだまめはたんぱく質が多いことがわかり、しゅしゅがでんぷんで油などがしほうなことがわかった。 	
グループ2: 農業の理解	35 (33%)
<ul style="list-style-type: none"> ・ 土をたがやしたり、たねをきちんとまくのが大変だと感じました。このことによって、農家の人に感謝し、毎日のこさないで食べようと思います。 ・ たねまきをたいけんしたら、農家さんがとてもたいへんだと感じた。 ・ 田んぼでイネを植えたことがあるけど、畑をたがやすのや、種を植えたのは初めてだったから勉強になった。 ・ たねをまいて水をやるのまではい外とかたんだと思っていたけどちがった。 	
グループ3: 雑草の理解	31 (29%)
<ul style="list-style-type: none"> ・ 雑草は、人間が知らない、ずるいやり方で子そんをのこしてくのだと思いました。 ・ 雑草は、人間にとってじゃまだけど、自分で工夫していると思いました。 ・ 雑草のふえかたを見ていくと、雑草がとてもめいわくなものということも分かり、生きのこるための工夫もすごかったです。 ・ 雑草が害であり最強だということをよく知ることができた。 	
グループ4: 農作業の楽しさ	8 (8%)
<ul style="list-style-type: none"> ・ はじめて、畑仕事をしたら、楽しかった。いつか、時間があったら、またやりたい。 ・ 畑仕事はとても大変だし楽しかった。これからも楽しみです。 ・ さぎょうはむずかしかったけれど楽しかった。 ・ はじめてだけど楽しかったの、次が楽しみだと思いました。 	
その他	8 (8%)

※ 1人が複数のグループに該当する記述をした場合、各グループの人数に加算した

図9 講座2回目における児童の感想の共起ネットワークとグループ分類（グループ番号は記述した人数の多い順に付与しており、Subgraph No.とは必ずしも一致しない）

表3 講座2回目における児童の感想の共起ネットワークによる分類と記述例、および人数と割合

グループ	人数 (割合)
記述例 (原文のまま掲載)	(N=112)
グループ1: 雑草害や除草剤の理解	53(47%)
①雑草害	22(20%)
・ ざっ草があると、作物に害があることが分かりました。	
・ ざっ草は、作物のせいちょうをととてもじゃますることがわかった。	
・ ざっそうは、さく物に、わるい物なので、さく物がげん気に育たないことが分かりました。	
②除草剤の肯定	16(14%)
・ じょ草ざいでざっそうをからすことができるのはすごいと思った。	
・ 雑草にじょ草ざいがよくきくことが分かった。	
・ ざっそうは作物のわるものになり、いけないもの、そのためにのうやくがつくられている。	
③除草剤の意義と課題	9(8%)
・ じょ草ざいの欠点といい点があることが分かった。	
・ ざっそうをらくにぬくには、除草ざいをまくと、すぐかれるが、やりすぎると、ざっそうも進化することがわかった。	
・ じょそうやくは、イイ面もワルイ面もあり、農家の人を楽にさせたりなやませたりしていることが分かった。	
④除草剤の課題	5(4%)
・ 除草剤が効かない雑草があることを初めて知った。	
・ 農薬を使いすぎると農薬がきかなくなるということ。	
・ 除草剤は、のむとあぶないこと。	
⑤除草剤の否定	1(1%)
・ 農薬は良くないものだと思った。	
グループ2: 除草の大変さの認識	32(29%)
・ 雑草がたくさん生えていて取るのが大変だった。	
・ ざっそうをぬくために、たいへんなさぎょうをすることがわかってよかった。	
・ ざっそうをぬくのがたいへんだったのうかの人はたいへんなんだとおもいました。	
・ 草とりはたくさんやると意外とたいへんなことがわかりました。もっと草取りをたくさんやらなければいけないのうかさんは、とても大変だと思いました。	
グループ3: 作物と雑草の光競合の理解	32(29%)
・ エダマメは葉が大きく、下のくきなどに日光があたらず、ざっそうにも日光があたらず、ぎゃくにモロヘイヤや葉ネギはざっそうに日光がとられることについてはじめてしれてざっそうは昔からやっかいな植物だと思いました。	
・ エダマメは葉が大きくて葉より下の方は光があまりあたらないと知ってびっくりしました。	
・ エダマメはざっそうの光をさえぎりネギとモロヘイヤはざっそうに光をさえぎられることがわかりました。	
・ えだまめより、葉ネギやモロヘイヤの方がざっそうが、はえやすいのがよく分かった。	
グループ4: 雑草の特徴の理解	8(7%)
・ 雑草があることにより、光のさえぎられる量や、高さがかわる。	
・ ざっそうをはやしてから1ヵ月のあいだにふえるのがびっくりした。ざっそうがかげになってたかさがひくいと照度もひくい。	
・ ざっそうにはどくをもつものもあるということをはじめてしった。	
その他	7(6%)

※1人が複数のグループに該当する記述をした場合、各グループの人数に加算した

図10 講座3回目における児童の感想の共起ネットワークとグループ分類（グループ番号は記述した人数の多い順に付与しており、Subgraph No.とは必ずしも一致しない）

表4 講座3回目における児童の感想の共起ネットワークによる分類と記述例、および人数と割合

グループ	人数（割合）
記述例（原文のまま掲載）	(N=55)
グループ1：作物への雑草の影響についての理解	32(58%)
<ul style="list-style-type: none"> ・葉ネギとモロヘイヤが雑草にうもれていて雑草なしよりも小さいきがした。枝豆がヒエを葉でかくしていてヒエがあまりそだっていなかった。モロヘイヤと葉ネギが雑草のヒエが大きすぎてとるのがとてもたいへんだった。 ・ざっ草あり区の葉ネギとモロヘイヤはぬく時に、見た様子では、少なく見えたが、エダマメは、はっきりとあることが分かったので、これは、葉ネギとモロヘイヤはざっ草のえいきょうを受けやすく、エダマメは、ざっ草のえいきょうをあまりうけない事が分かった。 ・エダマメは、葉が大きいからざっ草が育ちにくい、モロヘイヤと葉ネギは葉が小さいからざっ草が育ちやすいことがわかった。農作物の収量はエダマメがざっ草なしのほうがおおくそだって、モロヘイヤと葉ネギもざっ草なしのほうがおおくそだつことがわかった。つまりざっ草なしの方が多く作物がとれるということがよくわかった。 ・「ざっ草あり」と「ざっ草なし」をくらべてざっ草を取り除くことの大切さがとてもよくわかりました。 	
グループ2：雑草についての理解	14(25%)
<ul style="list-style-type: none"> ・ざっ草も食べれたり、いいところがあると知った。 ・ざっ草も100%悪いものではないということが分かって勉強になった。 ・ざっ草は作物のえいようをとるじゃまものだと思っていたけど、他の物を生やさせないいいこうかも知ることが分かった。 ・作物を育ててざっ草はないほうがいいけどいっしょに育ててもよくたつようなことを学んだ。 	
グループ3：農業の大変さの認識	10(18%)
<ul style="list-style-type: none"> ・たくさんのおしごとをして、農業のおもしろさ、大へんさをあじわえました。 ・じっさいにたねまきからしゅうかくまでを体験して、農業の大変さやざっ草のうっとうしさなどを分かって、とてもいい勉強になりました。 ・農家さんが、くろうして、ざっ草をぬきをする理由が分かった。農作業って、けっこうたいへんだと感じた。 ・ざっ草をぬくのが大変だった。農業などが大変だと分かった。 	
グループ4：実験の楽しさ	7(13%)
<ul style="list-style-type: none"> ・いろいろと実験するのが楽しかった。 ・実験などでよう分をはかったりしたことも楽しかったです。 ・今まで、じっけんなどをたくさんしてきて、とても農業のことがわかりました。とても楽しかったです。 ・すこしむずかしかったけどじっけんやいろいろなことがあったのしかったです。 	
その他	4(7%)

※1人が複数のグループに該当する記述をした場合、各グループの人数に加算した

分析を行った。共起ネットワークとは、文章中の出現パターンの似通った単語を線で結んだ図であり、互いに比較的強く結びついている部分をグループ化するサブグラフ検出を行った。単語は7回以上出現したものを対象とし、描画する共起関係数は初期設定のままの60とした。なお、前処理として、誤字や脱字は修正し、未習の

ため平仮名で書かれた単語は漢字に統一した。

1回目の感想は、4つのグループに分類された（図8・表2）。グループ1は、作物の種子について、観察や実験を通して理解が深まったことがうかがえる記述で、種子の成分と食との結びつきに言及した児童もいた。野田（2005）は農業体験だけでは食意識や食物感の形成には

不足するとしているが、種子の成分を検出する実験は、農と食をつなぐ教育効果が期待できよう。グループ2は、農作業の実体験を通して、農業の大変さを感じたことや農家への感謝が述べられており、同様の教育効果はこれまでも報告されている（酒井 1985など）。グループ3は、雑草の巧みな生き残り戦略を学び、農業において雑草がいかに厄介であるかを理解したことがうかがえる。これは講義の効果といえよう。グループ4は、農作業が楽しかったという感想であり、「はじめて」という表現も多く見られ、首都圏の児童にとって農業体験が貴重であることを示唆している。

2回目の感想は、4つのグループに分類された（図9・表3）。グループ1は、雑草害や除草剤についての理解がうかがえる記述であった。これは本実践の教育目的であり、約半数の感想が該当したことから、多くの児童にその効果が認められたと考えられる。その内容をさらに細かく分類したところ、雑草害については20%の児童が記述し、除草剤については肯定が16%、意義と課題が9%、課題のみが4%、否定が1%であった。この結果から、除草剤を否定的な先入観だけで捉えないようにすることに関しては、比較的高い効果が認められたと考えられる。しかし、肯定、課題のみ、否定の記述をした児童は合わせて21%であり、意義と課題の両面を記述した児童（9%）よりもはるかに多く、バランスの取れた見方は十分にできていないことが示唆される。グループ2は、実際に草取りを体験することで、その大変さを実感したことが述べられており、3割の感想が該当した。これも本実践の教育目的であり、その効果が実証された。小坂（2004）は、栽培体験において、児童が作物を育てる大変さを感じたのは除草の時であり、そのような体験が労働、農業の工夫、努力、生産と安全性などの学習につながるとしている。グループ3は、菜園での観察や照度の測定を通して、雑草との光競合の関係性が作物によって異なることを理解したことがうかがえる。グループ4は、実験や講義を通して雑草の理解が深まったことがうかがえる。これらは小学4年生の理科的知識からすると高度なものではあるが、合わせて36%の児童が記述したことから、ある程度の理解は得られたものと考えられる。

3回目の感想は、4つのグループに分類された（図10・表4）。グループ1は、本講座のテーマである、作物への雑草害についての記述であった。約6割の児童の記述が該当したことから、一連の体験を通して多くの児童が雑草害を理解できたと考えられる。グループ2は、雑草についての理解を示しているが、いずれも雑草を単なる「厄介者」「悪者」とする見方が変わったことが述べられている。これは講義の効果であろう。グループ3は、自分自身が農作業を体験し、雑草害を目の当たりにしたことで、改めて農業の大変さを認識したことが述べられている。グループ4は、実験が楽しかったという感想で

あった。

以上の分析から、本講座により、児童らは①講義で雑草や除草剤の基礎知識を身につけ、②菜園で実際に雑草害を目の当たりにし、草取りの体験によりその大変さを実感し、③実験で作物への雑草の影響を確認したことにより、農業の大変さを認識し、除草剤を肯定的に捉えたことが示唆された。しかし、除草剤の意義と課題の両面をバランス良く理解させることに関しては十分とはいえなかった。改善案の一つとして、講座のはじめに児童に除草剤の印象を尋ね、最終段階で改めて除草剤に対する考えやその変化を尋ねて、意見を共有する時間を設けることが挙げられる。もう一つの改善案として、作物の栽培において除草剤処理区を設けると、除草剤散布の注意点や除草効果を身をもって体験することで、除草剤の意義と課題を実感とともに理解できる可能性がある。ただし、除草剤の安全性について学ぶ前の段階で、除草剤の散布を伴う教育プログラムに児童が参加意欲を示すかどうか、保護者の理解が得られるか等の懸念もあり、実現可能な方法を慎重に検討する必要がある。なお、感想の分析だけでは、教育効果の定量的な評価には限界がある。除草剤の意義と課題の両面を記述しなかった児童が、必ずしもそれらを理解していないとは限らないため、教育効果が低かったとは断定できない。選択式のアンケートを事前と事後に実施してその差を分析するなど、より詳細な調査を行うことが必要と考えられる。

Ⅳ まとめ

筆者らは、小学4年生の児童を対象に、雑草害の調査と草取りの体験を通して除草剤の理解を促す教育を実践した。栽培した作物の収量は、雑草の影響により減少した。児童らは、講義で雑草や除草剤の基礎知識を身につけ、菜園で実際に雑草害を目の当たりにしたり、草取りの大変さを実感したりする体験をし、実験で作物への雑草の影響を確認したことで、農業の大変さを認識し、除草剤を肯定的に捉えた。しかし、除草剤の意義と課題の両面をバランス良く理解させる効果は十分とはいえなかった。

注

- (1) 選択性が高い（防除対象の病害虫や雑草のみに効く）、環境中で分解されやすく残留性が低い、低薬量で効果を発現する、製剤の工夫により残留量が少ない等が挙げられる（梅津 1998）。
- (2) 本講座は、児童が未習の单元など高度な内容も含まれるため、講義においてはパワーポイントで図解や写真等を用いてわかりやすく説明するよう努めた。
- (3) 広葉型は葉の量が多い上層で日光の大部分が捕捉されるが、イネ科型は上層の葉の量が少なく日光が下層まで達することがわかる。

- (4) 本講座の時間内にこれ以上の測定を行うことは困難であったが、作物の減収が光競合の影響であることをより強く示唆するデータ（葉数や節数などの収量構成要素）を予め取っておくことが望ましかった。
- (5) ただし、土壌ECの平均値はいずれも0.1 mS/cm未満と低く、養分がほとんど残っていない状態であった（後藤 2012）と考えられる。測定に用いたのは収穫時の土壌であり、養分が作物や雑草に十分吸収され、一部は地下へ溶脱した後の状態であることから、雑草の有無による差を検出できなかった可能性もある。

引用文献

- 深海浩, 1998, 『変わりゆく農業 環境ルネッサンスで開かれる扉』, 化学同人, 京都, 146pp.
- 後藤逸男, 2012, 「土壌診断と土づくり」, 渡辺和彦・後藤逸男・小川吉雄・六本木和夫著『土と施肥の新知識』, 全国肥料商連合会, 東京, 94-122.
- 孕石泰孝, 2015, 「リスク観を身につけさせる環境教育の実践的研究」, 『日本理科教育学会全国大会要項』, 65, 414.
- 樋口耕一, 2004, 「テキスト型データの計量的分析 -2つのアプローチの峻別と統合-」, 『理論と方法』, 19 (1), 101-115.
- 乾秀之, 2005, 「教育・情報公開・環境と農業科学」, 『日本農業学会誌』, 30 (3), 307-308.
- 岩松真紀, 2011, 「環境教育において農業はどのように意識されてきたのか」, 『日本環境教育学会第22回大会研究発表要旨集』, 81.
- 岩松真紀, 2012, 「環境教育における生産者の視点の考察『農業』をキーワードに」, 『日本環境教育学会第23回大会研究発表要旨集』, 48.
- 岩松真紀, 2013, 「いま環境教育において健康の学びの位置づけを考える」, 『日本環境教育学会第24回大会研究発表要旨集』, 151.
- 岩手県立農業試験場, 1990, 「土壌pH、電気伝導度による簡易土壌診断」, 『東北農業成果情報』, 5, 44-45.
- 科学技術教育協会, 1995, 『豊かな食生活・農業の役割』, 科学技術教育協会, 東京, 72pp.
- 北村重義, 1993, 「日本の化学工業—最近の動向 7. 農業」, 『化学と教育』, 41 (2), 117-121.
- 近藤三雄, 2008, 「環境教育を糺す 偏向させないためにも関係者の再教育を」, 『グリーン・エージ』, 35 (7), 7-9.
- 小坂靖尚, 2004, 「環境教育における食文化教育 小学校低学年『小豆でっちを作ろう!』を例に」, 『環境教育』, 14 (2), 132-141.
- 見里朝正, 1975, 「農業の役割と将来」, 『化学教育』, 23 (5), 79-83.
- 見里朝正, 1983, 「これからの農業」, 『化学教育』, 31 (1), 50-54.
- 宮川恒, 2017a, 「農業はどう教えられているか」, 『日本農業学会誌』, 42 (1), 153-158.
- 宮川恒, 2017b, 「農業はどう教えられているか —教科書に登場する農業—」, 『植物防疫』, 71 (9), 571-575.
- 中村廣明・片山新太, 2004, 「1. 農業と環境 1-1 総論」, 日本農業学会編『農業の環境科学最前線 —環境への影響評価とリスクコミュニケーション』, ソフトサイエンス社, 東京, 2-6.
- 中津川勉, 2005, 「農業と教育」, 『日本農業学会誌』, 30 (3), 299-300.
- 日本農業学会, 1996, 『農業とは何か』, 日本植物防疫協会, 東京, 314pp.
- 日本植物防疫協会, 2008, 『病害虫と雑草による農作物の損失』, 日本植物防疫協会, 東京, 40pp.
- 西村勁一郎, 2005, 「農業と環境と」, 『日本農業学会誌』, 30 (3), 327-328.
- 野田知子, 2005, 「食農体験授業の意義に関する一考察 —食意識形成の視点から—」, 『日本農業教育学会誌』, 36 (2), 65-78.
- 農業工業会, 1993, 『農業の役割と安全性』, 農業工業会, 東京, 135pp.
- 酒井静男, 1985, 「土に親しみ体を動かし栽培を通して育てる喜びを培う」, 『日本農業教育学会誌』, 16 (1), 34-41.
- 谷山鉄郎, 1985, 「『除草剤』は、どんな目的で使用されますか? どんな問題がありますか?」, 藤原邦達・本谷勲監修『よくわかる農業問題一問一答』, 合同出版, 東京, 33-34.
- 立川涼, 1980, 「農業と環境」, 『化学教育』, 28 (6), 33-36.
- 土倉亮一・田淵春三・梁川正, 1993, 「環境教育と農業」, 『京都教育大学環境教育研究年報』, 1, 73-84.
- 上野雅子, 2004, 「6. 今後の課題と展望」, 日本農業学会編『農業の環境科学最前線 —環境への影響評価とリスクコミュニケーション』, ソフトサイエンス社, 東京, 339-344.
- 梅津憲治, 1998, 『農業と人の健康 —その安全性を考える—』, 日本植物防疫協会, 東京, 126pp.
- 渡邊司・皆川泰臣・中澤有紗, 2020, 「トンネル栽培による保温の影響を題材とした農業教育の実践」, 『日本農業教育学会誌』, 51 (2), 33-44.