

スクールガーデンの活用に向けた植物系堆肥の連用に関する基礎的研究

生活創造系教育サブプログラム 21AF803

島崎 幹大

【指導教員】 荒木 祐二 浅田 茂裕 内海 能亜

【キーワード】 栽培学習 学校圃場 植物系堆肥 土壌 農業体験

1. はじめに

平成29年告示の小・中学校学習指導要領では生命の有限性や自然の大切さ、挑戦や他者との協働の重要性を実感するため体験活動の充実が図られている¹⁾²⁾。また、学校教育基本法でも「学校内外における自然体験活動を促進し、生命及び自然を尊重する精神並びに環境の保全に寄与する態度を養うこと」が掲げられており、小・中学校における栽培学習に期待が高まっている。

栽培学習では、作物や草花の育成に加え、農地の土壌についても取り扱う。土壌は身近でありながら忘れられがちであるが、持続的な農作物の生産や、森林や草地などの自然生態系の維持、さらには、私たち生物が生きる上できわめて重要な役割を果たしている³⁾。土壌は植物の一次生産を支える陸上生態系に不可欠な存在⁴⁾であり、物理的・化学的作用のほか生物多様性を育む動的な存在であることが指摘されている⁵⁾。

しかし、教員の時間的・労力的な制約、施設の不足により継続的な栽培学習の実施が困難な状態にある⁶⁾。なかでも多くの小・中学校の圃場(以後、スクールガーデンと略記)が未整備である現状は看過できず、スペース的な制約から駐車場や中庭などを開墾し、工事現場から持ち込まれた粘性土や土砂が混じった肥沃土の低い土壌をそのまま転用して栽培学習を実施している事例が少なからず認められる⁶⁾。田代・荒木⁶⁾は、埼玉県内の小・中学校のスクールガーデンを、面積と腐植率を指標として類型化し、50㎡未満の小面積のスクールガーデンが37.5%、腐植率が3%未満の低肥沃度のスクールガーデンが57.1%を占めることを報

告している。野外において作物栽培を体験的に学習するためには、未整備な状態にあるスクールガーデンの土壌を改良することが喫緊の課題となっている。しかしながら、一般的な農地とは異なるスクールガーデンにおいて、有効な土壌改良の方法について具体的に検討した例はほとんどない。

そこで本研究では、小・中学校のスクールガーデンを想定し、開墾直後からの異なる堆肥量の連用が土壌理化学性に及ぼす影響を比較して、適切な施肥手法を明らかにすることを目的とする。同量の施肥を10年間連用した各区画にみられる三相分布や、団粒構造といった土壌理化学性の変化について、作付けしたサツマイモの品質・収量と関連づけて明らかにする。

2. 材料

2.1 植物系堆肥

植物系堆肥は、土壌の通気性、保水性・排水性といった土壌物理性の向上に高い効果が認められている⁷⁾。本研究では、埼玉県内で生産されるアドニスを用いた。アドニスは生ごみ堆肥の一つであり、良く発酵した窒素含有量の多い堆肥である。アドニスは、食品製造業者からパレット式有機資源リサイクルセンターに運ばれたおから及びコーヒー粕を添加した後に、ロボットシステムを用いて毎週1回、計7回、水分調節しながら切り返し、49日間発酵させた後、約1カ月間堆積放置し、その後12mmの篩にかけて製造する。土壌の通気性、保水性・排水性を向上させ、酸性土壌を矯正し、有用(善玉)微生物群を増加させることが知られている⁸⁾。アドニスの主な原料は、おからとモミガラ、コーヒー粕であり、窒素、リン酸、カリウムの含有量は、

3.1-1.0-1.3となっている。また、アドニスが高い肥料効果を示し、化学成分のうちの、窒素20~30%、リン酸の約70%、カリの100%が、化学肥料のように即効性があるとされる⁸⁾。施肥方法として、畑、花壇などでは、できれば種まきや植え付けの数日~1週間前までに、1m²当たり1.1~1.6kgを散布し、土壤に混合して使用する。表面から0~30cmの深さの土壤にできるだけ均一に混合させることで、安全かつ肥料効果が高くなる。また、生ごみの堆肥化およびその栽培利用を通して、生命の循環を意識した学習や、リサイクル教育を中心とした環境教育が展開できる⁸⁾。

2.2 サツマイモ (品種: ベニアズマ)

本研究では、低肥沃土でもよく育ち、土壤物理性の影響を受けやすい根菜類で多くの小・中学校で栽培されるという理由からサツマイモを栽培した。品種には関東85号×コガネセンガンを用いた。本品種は、昭和52年九州農試指宿試験地で交配採種し、翌年以降に農業研究センター(四街道)で選抜を行い、59年にかんしょ農林36号として登録され、ベニアズマと命名された⁹⁾。本品種は、現在、千葉、茨城、埼玉の諸県をはじめ、南九州の宮崎、鹿児島まで7県に及ぶ主要なサツマイモ栽培県において早掘食用品種として奨励されてきた。

3. 方法

3.1 実験区の設定と施肥

調査地は、埼玉県さいたま市桜区に位置する埼玉大学教育学部大久保農場(35°5'N, 139°4'E付近、圃場面積約1,000m²)で実施した。工事等により不要になったコンクリート塊や木材、さまざまな廃棄物が混じり、粘性のある褐色土壤が運びこまれた農場敷地内の一角に調査区を設置した。2013年5月中旬に調査区のコンクリート塊などの不要物を除去し、50cmほどの深さまで耕して開墾直後のスクールガーデンに見立てた。

ここに植物系堆肥の基肥量の異なる以下の6条件の区画(各面積: 1.8m×1.2m)を設置した: 区画A(0.0kg/m², 無施肥), 区画B(0.35kg/m², Cの1/2), 区画C(0.7kg/m², 基準値), 区画D(1.4kg/m², Cの2倍), 区画E(2.8kg/m², Cの4倍), 区画F(5.6kg/m², Cの8倍)。堆

表1 基肥量の異なる6通りの栽培条件. 区画Cの基肥量は埼玉県のサツマイモ施肥基準に準じた値

区画	基肥量 (kg/m ²)	
A	0.0	無施肥
B	0.35	Cの1/2
C	0.7	基準値
D	1.4	Cの2倍
E	2.8	Cの4倍
F	5.6	Cの8倍

肥の成分においてリン酸の割合がもっとも少ないことからリン酸を基準として、区画Cを埼玉県農村局が推奨するサツマイモ施肥基準値¹⁰⁾(以後、基準値と略記)として算出した。施肥は、サツマイモを定植する2週間前に行った。同条件の施肥を2013年から2022年までの10年間継続した。

3.2 土壤分析

3.2.1 団粒構造

2017年10月17日, 2020年10月20日, 2022年10月21日に各区画から土壤を採土した。採取した土は実験室に持ち帰り、自然乾燥させた後に、土壤の団粒構造の状態を明らかにするのに広く用いられるYoder法に準拠した湿式篩別法を行った。見開き3.0mmの篩にかけた約20gの土壤を、見開き2.0mm, 1.0mm, 0.5mm, 0.25mm, 0.1mmの組み篩に入れ、20~25℃程度の水中で篩別した。各篩の目に残った粒子をフィルターに集め、乾燥機により80℃で72時間乾燥させ、各粒径の重さを電子ばかりで計測して、団粒径割合を求めた。各実験区にみられる土壤の団粒構造の粒径分布がどのように変化するか比較し、排水性や保水性といった土壤物理性の変化について予測した。

3.2.2 三相分布

2017年10月17日, 2020年10月20日, 2022年10月21日に各区画から土壤を採土して実験室に持ち帰り、試料ごとの生重量(Wg)を測り、105℃で24時間乾燥し、乾土重(Sg)を測定した。土壤の真比重(d)から、次の式により液相率(Lv), 固相率(Sv), 気相率(Av)を求めた。真比重は非火山灰において一般的な値2.65を用いて算出した。

$$\text{液相率Lv(\%)} = (\text{Wg} - \text{Sg}) / 100$$

$$\text{固相率Sv(\%)} = \text{Sg} / d$$

$$\text{気相率Av(\%)} = 100 - (\text{Lv} + \text{Sv})$$

3.2.3 土壌水分と土壌硬度

2013年6月～10月、2017年5月～10月、2020年6月～10月に土壌水分の計測を行った。各区画の畝に土壌水分センサー(Watermark土壌水分センサー、Spectrum社)を埋設し、1時間間隔で測定値を記録した。土壌硬度は、収穫時に山中式ポケット型土壌硬度計(藤原製作所)を用いて計測した。

3.2.4 土壌成分

2017年10月17日、2020年10月20日、2022年10月21日に各区画の土壌の表面を取り除き、深さ約5～10cmの部分を対象とし、対角線上の5か所から合計約300gの土壌を採土した。採取した土壌は研究室内の日陰で自然乾燥させた。その後、乾燥させた土10g相当量に水25mLをかき混ぜ、一時間以上放置させ、測定した。pHはガラス電極式水素イオン濃度指示計(HORIBA)を用いて測定を行った。ECの測定には、電気伝導率計(CM-21P、東亜DKK)を用いた。

3.3 作物の収量調査と品質調査

2013～2022年の10月下旬にサツマイモの収穫を行った。その際、各区画の地上部の最長つる長と分岐数、全重量、および地下部の塊根の長さや直径、生重量を個体ごとに計測した。塊根は30g以上の個体を調査の対象とし、茨城県青果物標準出荷規格¹¹⁾に準じて以下の7階級に分類した。(1)3S:30g以上50g未満、(2)2S:50g以上100g未満、(3)S:100g以上200g未満、(4)M:200g以上350g未満、(5)L:350g以上500g未満、(6)2L:500g以上700g未満、(7)3L:700g以上。2013年、2017年、2020年、2021年、2022年の収穫時にサツマイモの外観の品質評価を行った。個体ごとに以下の4つの観点で評価した：(1)塊根表面の凸凹の程度(無・弱・強)、(2)塊根の曲がりの程度(無・弱・強)、(3)くびれの程度(無・弱・強)、(4)皮目の大きさ(小：2mm未満、中：2～5mm、大：5mm以上)。その際、程度の小さいものから順に1・2・3と数値化して評価した。食味官能審査による品質調査を2013年、2017年、2020年、2021年、2022年に行った。被験者の延べ人数は2013年では11名、2017年では57名、2020年では28名、2021年では25名、2022年では39名であった。調理ではサツマイモを40～90分ほど蒸かし、十分に冷ました後に、

約1cm角に切り分け、区画ごとに皿に静置した。被験者には区画番号を伏せて試食してもらい、評価用紙への回答を求めた。評価は、「肉質」、「甘さ」、「繊維質」、「総合評価」の4項目について5件法で行った。

4. 結果と考察

4.1 土壌分析の変化

4.1.1 団粒構造

土壌における団粒の粒径分布を測定することにより、団粒構造の発達を評価した。図1に5年目(2017)、8年目(2020)、10年目(2022)の収穫時における各区画の土壌の団粒分布を示す。

5年目収穫時での各区画の土壌を対象とした湿式篩別法の結果、0.1～1mmの団粒径割合は無施肥のA区が59.8%ともっとも高い値を示した。火山灰土壌の団粒組成(生土)と不攪乱土の間隙分布は粗間隙量(pF1.5以下)は粒径0.25～1mmの団粒量ともっとも高い正の相関、pF1.5～2.7の間隙量は粒径0.1～0.25mmの団粒量ともっとも高い正の相関を示し、粗間隙量や保水量の低い土壌に対しては粒径0.1～1mmの団粒を増大させる必要のあることが指摘されている¹²⁾。0.1～1mmの団粒は自然状態で存在する団粒が主に含まれていると考えられており、このような団粒が多いほど構造の発達した土壌であるとされている¹³⁾。しかし、本調査区の土壌は建設発生土であり、自然状態のものではない。無施肥のA区における0.1～1mmの団粒径割合は、他の施肥区より高く推移していることから、調査区の土壌は自然状態に近づいているとは言い難く、土壌構造も未発達であると推察される。また、区画D、Fの0.5mm以上の団粒径割合は88.8%、86.7%と他区画と比較して顕著に高く推移していた。粒径0.5mm以上の団粒率が増加することに伴い、土壌の排水性が高い相関で増大することが知られている¹³⁾。加えて、土壌中の水の浸透に関して、大孔隙から小孔隙への浸透流出、すなわち、小孔隙の毛管力により大孔隙の水が吸収されることが示されており¹⁴⁾、雨が降った場合、大きい粒径サイズよりも小さい粒径サイズの団粒構造の方が水を吸収しやすいといえる。一般的に堆肥の施用により土壌が柔らかくなるとともに、排水性や保水性などの土壌水の挙動に関する性質が改良されると

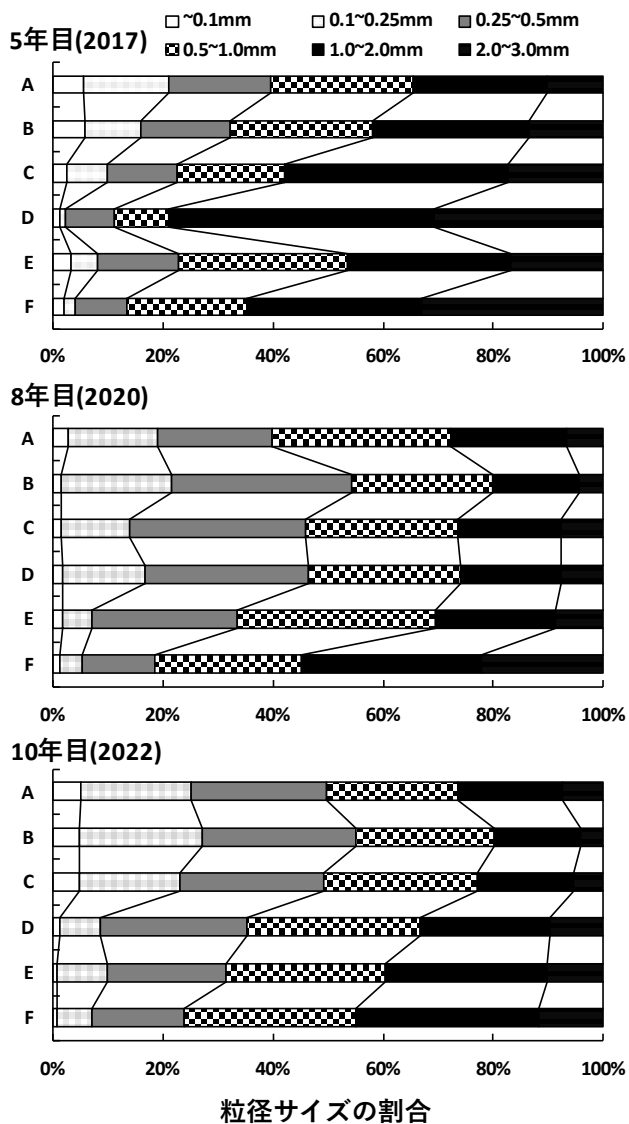


図1 各区画における土壌の粒径サイズごとの含量の割合
 言われている¹⁵⁾。これらの土壌物理性は土壌粒子間に
 できる間隙の大きさや形状、量に大きく依存する¹⁶⁾。
 そのため、大きい粒径サイズの割合が顕著に多い区画
 D、Fでは、雨が降っても水が吸収されにくいと考え
 られる。植物系堆肥(アドニス)には堆肥の原料である
 もみ殻やコーヒー粕が多く含まれている。堆肥を過剰
 に与えた区画E、Fでは、堆肥の原料が分解されない
 状態で粒径2.0~3.0mmに残存する様子が確認できた。
 区画C、Dでは粒径1.0~2.0mmに分解途中の堆肥の原
 料が多く認められた。このことから、植物系堆肥の連
 用を5年継続することで粒径1.0~3.0mmの比較的大
 きな粒径サイズの割合を著しく増加させることが示
 唆される。しかし、粒径1.0~2.0mmにおける含量の割

合が20%未満であることが健全な土壌の指標である
 とされている¹⁷⁾。しかし、5年目の土壌で1.0~2.0mm
 における粒径の割合が20%未満となった区画はみら
 れず、0.1~1mmの団粒径割合も無施肥のA区がもっ
 とも高かったことから、連用5年では土壌の保水性、排
 水性が大きく改善される可能性はきわめて低いと推
 察される。

8年目では、ほとんどの区画で1.0~2.0mm、2.0~3.
 0mmにおける含量の割合が減少し、0.5~1.0mmでは
 増加した(図1)。0.1~1mmの団粒径割合は区画B、C、
 Dで78.4%、72.1%、72.5%と5年目のA区より高い値
 を示した。0.5mm以上の団粒径割合は区画Fで81.4%
 ともっとも高くなり、次いで区画Eで66.4%となった。
 また、区画B、C、Dでは、粒径1.0~2.0mmにおける含
 量の割合が20%未満となった。植物系堆肥を8年間連
 用した結果、区画B、C、Dにおいて大きな粒径の割合
 が減少し、団粒構造について健全な土壌へ変化したこ
 とが示された。区画Fの粒径分布は、5年目から8年
 目にかけて大きな変化はなく、同じく過剰施肥にあ
 たる区画Eと比べても1.0~2.0mm、2.0~3.0mmの大
 きな粒径サイズの割合が高くなる傾向が認められ、排水
 性が顕著に高い値で推移していることが予想される。
 このことから、混合する堆肥の施肥量によっては土壌
 の物理性をかえって悪化させてしまうことが懸念さ
 れる。

10年目では、8年目から区画D、Eで1.0~2.0mm、
 2.0~3.0mmの大きな粒径サイズの割合が増加した(図
 1)。0.1~1mmの団粒径割合は区画B、Cで75.4%、
 72.3%と8年目からほとんど変わらず高値を示した。
 0.5mm以上の団粒径割合は区画Fでは76.1%と依然
 として高く推移している。加えて、区画Dにおいても
 64.8%と8年目から10%以上増加している。区画A、B、
 Cでは、粒径1.0~2.0mmにおける含量の割合が20%未
 満となり、健全な土壌の基準を満足する値を示した。
 連用10年目では区画B、Cにおいて8年目に改善が確
 認された土壌物理性を維持していることが推察され
 る。一方で区画Dでは8年目に健全な土壌とされる基
 準を満たしたものの、10年目にはその基準から外れ
 ている。区画D、E、Fでは、0.5mm以上の団粒径割合

が60%を超えた。この結果から、基準値の倍以上の施肥を10年間連用すると、土壌の排水性は促されるものの、過度な乾燥を招きやすい土壌環境になることがうかがえる。

4.1.2 三相分布

5年目(2017)、8年目(2020)、10年目(2022)の収穫時における各区画の土壌の三相分布を図2に示す。連用5年目では区画Aのみが最適な固相を示したものの気相はわずかに1.5%であった。区画Aの気相率は他の区画に比してきわめて低く、サツマイモの根の呼吸を著しく阻害していると考えられる。区画Fの団粒構造では、粒径2.0~3.0mmの割合が顕著に高く、三相分布では気相が半分以上を占めた。気相の割合が高すぎると、

排水性が良すぎてむしろ干ばつ被害を受けやすくなると言われており¹⁸⁾、区画Fでは液相の割合も低いことから、植物根の水吸収が困難であると考えられる。また、ほかの区画でもやや液相が多めであった。これは調査地の土壌が粘土を多く含むことに加え、降雨があった翌日に採土したことが影響される。

8年目では、ほとんどの区画で気相の割合が半分程度を占めた(図2)。5年目と比べて、無施肥の区画Aにおいても固相の割合が大きく減少している。区画Fの三相分布は5年目とほとんど変わらず、また、適度なバランスとされる三相分布の条件に当てはまる区画はみられなかった。区画Aでは三相分布の割合が顕著に変化していることから、他年度に渡る作物の栽培における圃場の整備や土壌に対する根の作用が影響を及ぼしている可能性が推察される。しかし、天候の違いや採土の方法の差異がサンプリングに影響を与えた可能性も考慮する必要があり、明確な根拠を提示することは困難である。区画Fでは依然として高すぎる排水性が予想され、植物根の水吸収が困難であると考えられる。5年目から10年目にかけて、気相の割合が増加し、液相、固相の割合が減少したことからサツマイモの連用及び、堆肥の連用が気相の割合を増加させる可能性が示唆された。しかし、区画Fで変化がほとんどみられなかったことや、採土の前日の天候などの外的要因が三相分布に及ぼす影響など不確定な要素も多く、継続した調査が必要である。

4.1.3 土壌成分

1年目(2013)、5年目(2017)、8年目(2020)、10年目(2022)の各区画における土壌pH、土壌ECは、図3のように示された。土壌pHに関しては、1年目から5年目にかけて若干酸性に傾いたものの区画間に大きな差は確認されなかった。10年目では区画A、Eで他の区画と比較して若干の酸性を示したものの、pH5.5を下回ることはなかった。このことから、植物系堆肥の連用やサツマイモの連作は土壌pHを下げるものの、サツマイモ栽培の適正値を大きく逸脱する可能性は低いと推察される。

土壌ECについて、ECは土壌中の塩類濃度を表し、サツマイモなどの根菜類の適正値は20~60とされて

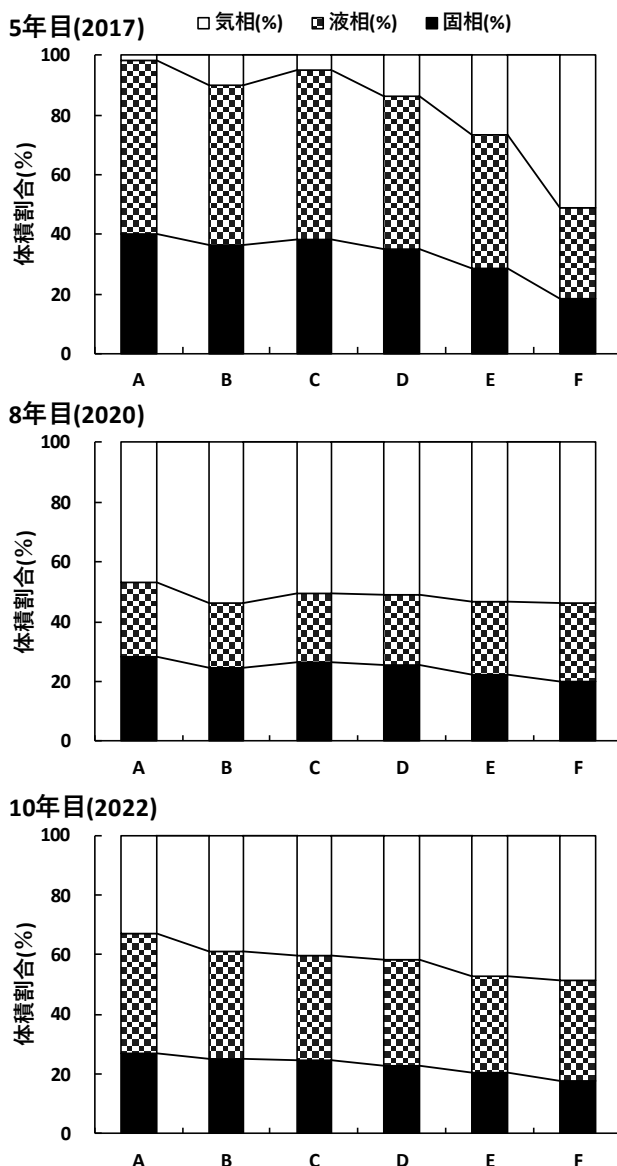


図2 各区画における三相分布の推移

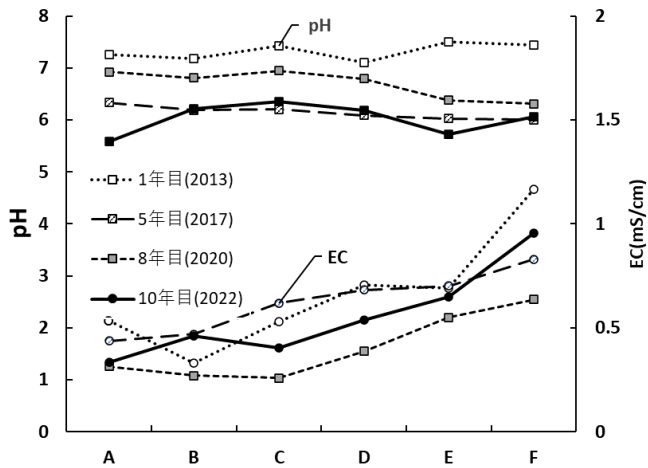


図3 各区画における土壌 pH, EC 推移

いる。どの年も堆肥の施肥量が多いほど数値が高くなる傾向が確認された。経年変化に着目すると、区画D, E, Fにおいて、EC値が低下し8年目で区画F以外の区画で適正値を示した。しかし、10年目では堆肥を施したすべての区画でEC値が上昇した。とくに区画Fではその変化が顕著であった。今後、区画E, Fのように過度な施肥によってEC値が著しく高まると、濃度障害が発生し、作物の生育が阻害される可能性がある。

4.2 サツマイモの収量と品質の変化

4.2.1 収量

連用1年目、5年目、8年目、10年目で収穫したサツマイモの塊根の生重量が30g以上のものを対象として、各区画における個体数と出荷規格の割合を比較した(図4)。区画A, B, Cでは個体数が増加傾向にあり、10年目ではこの3区画で過去最多の塊根数が確認さ

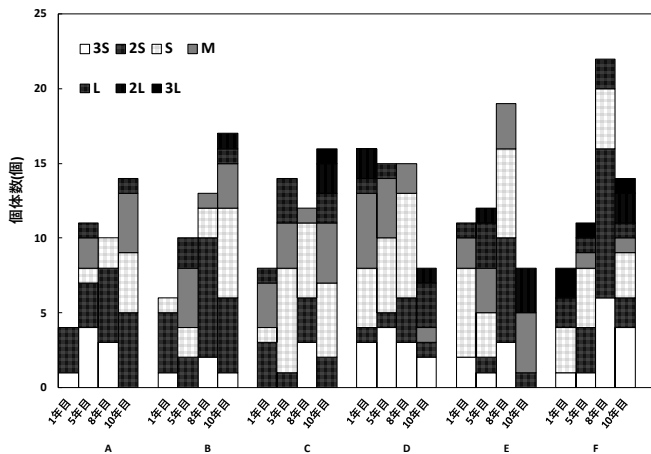


図4 各区画におけるサツマイモ塊根の個体数と出荷規格の比較

れた。一方、8年目までに安定した個体数の収穫がみられた区画Dや、個体数が増加していた区画E, Fでは10年目に個体数の顕著な減少が認められた。

規格ごとの推移をみると、1年目から5年目にかけて区画B, C, EでMサイズ以上の大型個体の増加が認められた。その後8年目にかけては全体的に大型個体の減少が顕著であった。区画Dでは、Mサイズ以上の個体数が半分以下になり、2SサイズとSサイズの個体数の合計が約2倍となった。全体でLサイズ以上の個体は区画FのLサイズ2個体のみとなった。10年目では、すべての区画でLサイズ以上の個体の収穫が確認された。

4.2.2 外観の品質

1年目では、区画Dは個体数も多く、大型個体が占めていたのにも関わらず、すべての項目において目立った欠点はなく品質は良好であった(図5)。区画Fでは3L以上の大型個体が2個体確認されたが、品質をみると区画Aと同様に皮目が大きく、表面の凸凹が大きい個体が多いことから、外観の品質は相対的に劣ってい

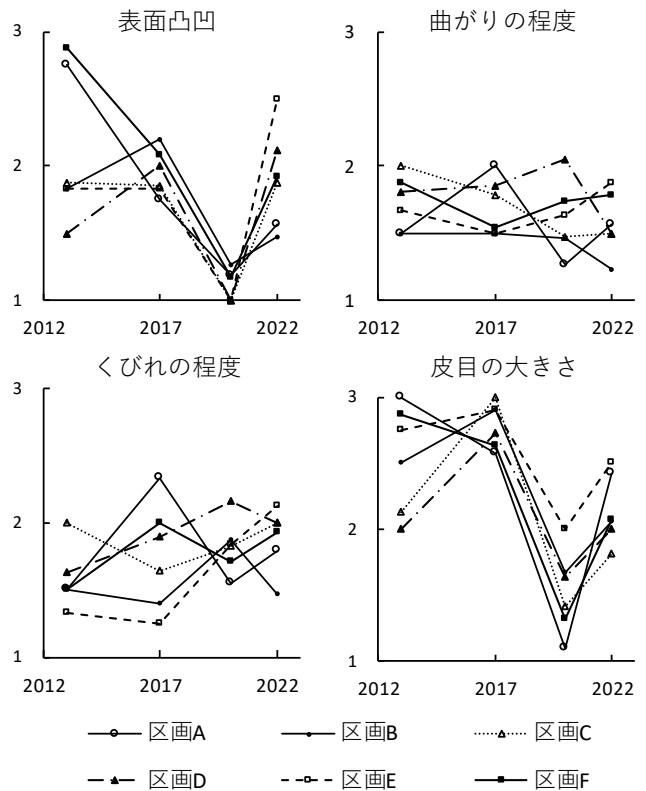


図5 各区画におけるサツマイモ塊根の外観評価。値が小さいほど高品質となる

た。基準区C, Eで収穫されたサツマイモ塊根の品質は中間的な評価となった。なお、区画A, Bに関しては、個体数が少なかったため他区画と比べて十分な品質評価ができなかった。

5年目では、全体的に大きな皮目が目立った。これには9月の長雨が影響し、土壌を過湿状態にして、サツマイモ塊根の外観の劣化を招いたと考えられる¹⁴⁾。区画Aでは顕著なくびれや、強く曲がっている塊根がみられ、建設廃生土に含まれる石やガラスなどに触れたことで塊根の肥大過程で変形したと考えられる¹⁴⁾。また、区画B, Eの曲がりの程度、くびれが相対的に少ない結果となった。区画Dでは1年目から4項目とも外観評価が下がった。区画E, Fにおいては、皮目の劣化が顕著に認められ、塊根に大きな縦割れが入っている個体も確認された。ここでは、コガネムシやネコブセンチュウ類による被害と考えられる食痕も確認できた。8年目の品質では大きくくびれが目立った。また、区画Eにおいて、腐食が多く認められた。しかし、どの区画においても総合的な評価では過去2年に比べて最高値を示した。10年目では区画Bがもっとも外観の品質が高くなる結果を示した。しかし、どの区画においても皮目の低評価が目立ち、とくに区画E, Fの過剰施肥区において、腐食や奇形が確認されるなど大きな改善は認められなかった。

10年間の経年変化に着目すると連用8年目にかけて表面の凸凹、皮目の大きさが徐々に改善されている。しかし10年目になると、どちらも評価を落とし品質の低下が認められた。とくに過剰施肥区である区画E, Fでは皮目の低評価、腐食および奇形個体が多く確認された。曲がり、くびれの程度の評価は調査年によって数値にばらつきがあるものの、目立った改善はみられなかった。植物系堆肥を連用することで、8年目までを目安に外観の品質向上につながる可能性が示唆される。

4.2.3 食味による味の品質

食味による1年目の品質評価では、堆肥の半分の施肥量である区画Bでは粉っぽさを感じ、甘くないという低評価であった(図6)。一方で、基準値の2倍である区画Dが最良の結果となり、施肥量の多い区画E, Fで

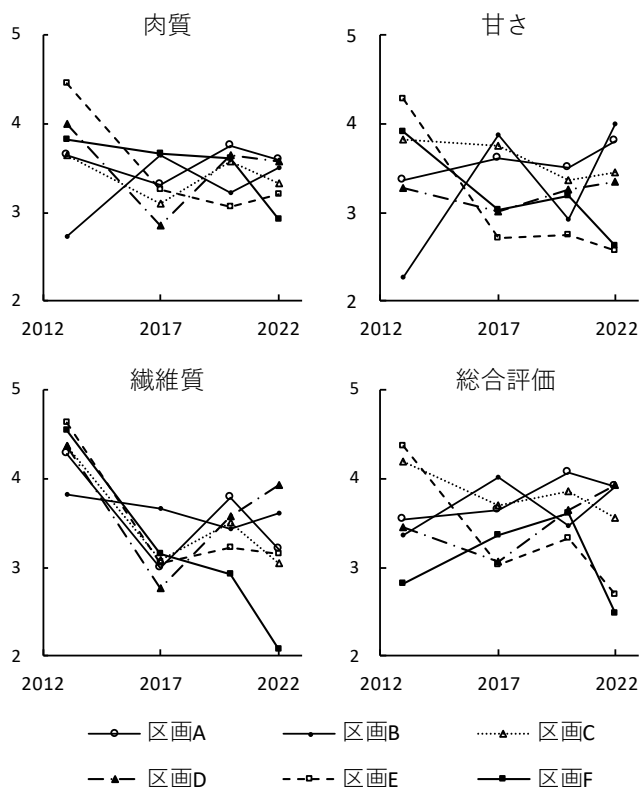


図6 各区画におけるサツマイモ塊根の食味による品質評価. 値が大きいほど高品質となる

も「甘い」の回答が半数を占めた。しかし、5年目になると区画Bが最良の結果となった。区画Cでは「甘い」、「おいしい」といった回答が多かったが、「おいしくない」と低評価する回答も少なからず認められた。また、区画E, Fと植物系堆肥の施肥量が過剰になるにつれて、「おいしくない」と評価する人が多くなった。なお、「筋っぽい方がサツマイモっぽくて好き」という自由記述の回答もみられ、繊維質や肉質の評価とおいしさの評価に相関があるとは限らない点を考慮する必要がある。

8年目では、区画Aが最良の結果となった。5年目で最良であった区画Bは、全区画の中で2番目の低評価になった。とくに甘さの評価が著しく低下した。10年目では区画Bを中心に区画A, Dで高い数値を示した。区画E, Fはどの項目においても低値で推移しており、とくに総合評価において品質悪化が顕著であった。10年目までの結果をみると、開墾直後における多量の施肥は、サツマイモの食味に肯定的な影響を与える可能性が示唆された。一方、5年目以降の基準値を超え

た連用では低品質化を招くと考えられる。とくに過剰施肥を続けた場合は、品質が顕著に低下することが示された。

5. 結論

本研究では小・中学校の圃場（スクールガーデン）を想定し、開墾直後からの異なる堆肥量の連用が土壤理化学性に及ぼす影響を比較して、各区画にみられる土壤硬度や土壤含水率、団粒構造といった土壤理化学性の変化について、作付けしたサツマイモの品質・収量と関連づけて調査した。6通りの条件は以下のとおりである：区画A(0.0kg/m²、無施肥)、区画B(0.35kg/m²、Cの1/2)、区画C(0.7kg/m²、基準値)、区画D(1.4kg/m²、Cの2倍)、区画E(2.8kg/m²、Cの4倍)、区画F(5.6kg/m²、Cの8倍)。

その結果、継続して植物系堆肥を与えた圃場における土壤理化学性として、8年目に区画B～Dにおいて土壤の団粒構造が顕著に改善された。サツマイモの収量に関しては、区画A～Cにて個体数が増加した一方、過剰施肥の区画Fでは減収が認められた。塊根サイズは8年目に小型化が懸念されたが、10年目には改善されており、継続した調査が必要であるといえる。外観の品質は、連用8年目にかけて表面の凸凹、皮目の大きさが徐々に改善されたが、10年目になるとどちらも評価を下げて、品質の低下が認められた。味の品質に関しては、1年目は区画D、E、Fにおける「甘さ」が高評価であったが、5年目以降になると同区画において低評価となった。植物系堆肥を連用することで、外観は8年目、味は5年目までを目安にサツマイモの品質が向上する可能性がうかがえる。それ以降は、基準値を超えた施肥で連用すると、塊根の品質を著しく低下させることが示された。

以上から、植物系堆肥を連用する場合は、開墾直後は基準値の2倍程度を施し、その後は段階的に施肥量を減らし、連用5年目以降は基準値の半分程度にとどめることで、土壤の理化学性を効率的に改善できると推察された。植物系堆肥の連用が過剰になると、原料であるもみ殻等が十分に分解されず、団粒構造は改善されないばかりか、とくに根菜類の外観や品質の著しい低下を招くことから、植物系堆肥が不要である可能

性も視野に入れ、適切な施肥量を検証する必要がある。

引用文献

- 1) 文部科学省：中学校学習指導要領(平成29年告示)解説技術・家庭編，開隆堂，pp.2-32 (2018)
- 2) 文部科学省：小学校学習指導要領(平成29年告示)解説総則編，開隆堂，pp.1-157 (2018)
- 3) 土壤教育委員会(編)：土をどう教えるか—現場で役立つ環境教育教材—【上巻】，古今書院，pp.2-6 (2009)
- 4) 金子信博：土壤生態学入門—土壤動物の多様性と機能，東海大 学出版会，p.199 (2007)
- 5) 東照雄・平井英明・田中治夫・他6名：土と向き合って—土壤教育の重要性を考える—，日本土壤肥科学雑誌 77(4)，pp.451-456 (2005)
- 6) 田代しほり・荒木祐二：栽培面積と腐食率を指標とした学校園の分類—埼玉県内の小中学校を例に一，埼玉大学紀要教育学部 71(1)，pp.121-132 (2022)
- 7) 株式会社アイル・クリーンテック：事業内容，<https://www.i-ll-group.co.jp/ict/>(最終閲覧：2023年1月23日)
- 8) 石田康幸・山本利一：『生ごみ堆肥を活用した栽培・環境教育の手引き』，埼玉大学教育学部技術講座，pp.2-6 (2009)
- 9) 農山漁村文化協会(編)：農業技術大系作物編 5 ジャガイモ・サツマイモ，農文協，pp.25-79 (1990)
- 10) 埼玉県農林部農業支援課：主要農作物施肥基準，埼玉県，36pp. (2013)
- 11) 平成24年3月茨城県農林水産部産地振興課，茨城県青果物標準出荷規格，茨城県，33pp. (2012)
- 12) 矢沢正士・前田隆：不攪乱土試料の物理性から見た耐水性団粒径の意義—粘土質土壤の理工学的性と土壤構造の関する研究(IV)—，農土論集 130，pp.75-83 (1987)
- 13) 宮崎毅・長谷川周一・粕淵辰昭：土壤物理学，朝倉出版，東京，406pp. (2005)
- 14) 小川仁・梯美仁・井上光弘・田邊賢二・尾谷浩：砂地畑における土壤水分の推移がサツマイモの収量および品質に及ぼす影響，徳島農研報3，pp.13-19 (2006)
- 15) 土壤物理学学会(編)：土壤の物理性と植物生育，養賢堂，東京，420pp. (1974)
- 16) 小島紀徳・古牧絵莉・加藤茂・濱野裕之：人工的団粒形成土壤の物理性評価，農業土木学会論文集，No.237，pp.31-36 (2005)
- 17) 荒木祐二・齊藤亜紗美・田代しほり・石川莉帆：団粒構造の指標化による学校園土壤の診断法，技術科教育の研究 20，pp.1-7 (2015)
- 18) 松中照夫：土壤学の基礎，農山漁村文化協会，389pp. (2003)