

「時代に立ち向かう栽培術」



青森県立名久井農業高等学校

環境システム科 栽培環境班

工藤 純希・日沢 隼・立花 愛希

澤山 幸喜・西村 壮矢・山田 雄介

生物生産科 野菜班

東 結・稲津 伶亮・大舘 煌成・永田 悠莉

1 背景

昨年8月、本校は37.8℃と観測史上最高の気温を弾き出している。本校、農場管理室には開校以来、蓄積してきた気象観測記録がある。【図1】1980年代から現在までの微気象データを分析すると、温暖化による平均気温の上昇で春と秋が極端に短くなる「二季化」が顕著に進んでいることが読み取れる。【図2】

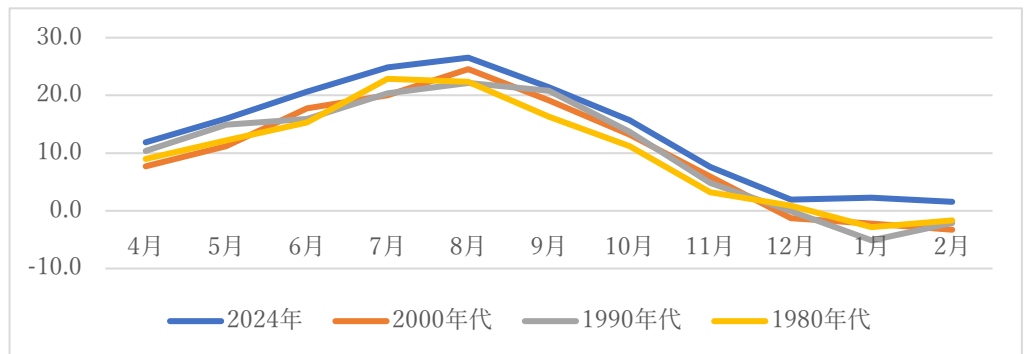


図1 名農気象観測部の記録 図2 微気象データの月平均気温(℃)の経年変化

二季化による気温上昇により、害虫の産卵回数の増加、病気発生の早期化が進み、農薬の使用回数も増やさざるを得ない状況に陥っている。農薬の使用量増加は、環境汚染とともに農薬抵抗性も招く。さらに二季化は、農作物の成長も妨げている。地域の農家に話を伺うと、高温により、根の成長が弱まり、養分の吸収力が低下していると嘆いていた。物価の高騰もある中、肥料を購入しても作物の成長に反映されないと、農家は打つ手が阻まれている。このような厳しい時代に対応した農業生産の在り方について、課題研究班で対策を練った。

2 目的

- (1) 猛暑に適応した栽培技術の確立
- (2) 農薬に依存しない作物と土の強健化とその実証
- (3) 肥料の地域内自給と活用

3 実施概要・結果

(1) 高温対策

猛暑への適応として、光合成効率を高めることが先決と判断し、葉緑素をつくるはたらきを持つ微量元素である「鉄」の供給を検討した。既製資材には頼らず、南部藩に古くから伝わる工芸品の「南部鉄器」(鉄卵)を供給源に選定した。植物が吸収できる二価鉄へのキレート化を強めるため、野草コンフリーを主なタンニン源として抽出した。この「キレートタンニン鉄液」(鉄濃度5ppm)をトマト苗に2時間浸漬した。施用3週間後、定温器を用いて45℃の高温下に2時間置いたところ、無処理の苗はしおれてしまったが、タンニン鉄液施用の苗にはダメージがなかった。根長(mm)やクロロフィル蛍光度(Chl蛍光度)、葉色度(SPAD値)を調べてみても、処理区が高く、キレートタンニン鉄液が高温下でも光合成効率を高めていることを確認できた。【図3・4、表1】



図2 キレートタンニン鉄液浸漬

図3 根の様子

図4 高温処理後の苗の様子

(図3・4とも左：対象区、右：タンニン鉄液施用区)

	根長	Chl 蛍光度	SPAD値
対 象 区	15.1	68.3	32.1
キレートタンニン鉄液施用区	18.6	90.2	59.4

表2 キレートタンニン鉄液施用による苗の生育への影響

(2) 乾燥対策

高温は、乾燥ストレスも引き起こす。乾燥はしおれだけでなく、細胞壁を作るカルシウムの欠乏も招く。そこで、乾燥耐性に効果のある「酢酸」（食酢：酢酸13%）に卵の殻を加えた「酢酸カルシウム」を製造し、トマト苗に散布。灌水を4日間完全に止め、土壤水分を32.6%にまで減らした後に、定温器を用いて42℃の高温下に4時間置くと、タンニン鉄に酢酸カルシウムを併用した苗だけがしおれず、高温と乾燥への耐性を確認できた。【図5】



図5 灌水停止4日目に高温処理した苗の様子

(左：対象区、中；キレートタンニン鉄液施用区、右：キレートタンニン鉄液+酢酸カルシウム区)

(3) 根張りの強化策

植物と土の強健化に向け、私達がこだわったのが根張りである。枝や葉を垂直に誘引し、植物ホルモンを最大限に発揮する「垂直仕立て」を採用した。【図6】

地上部の生育だけでは大きな差が見られないが、根を見てみると、成長は歴然である。【図7】この根張りを活かすため、土壌の生物性の視点からのアプローチを検討し、製造・増殖が容易な2種類の有用菌

(光合成細菌とえひめA1)を施用した。これらの処理後、土壌バイオセンサーによる根圏微生物活性値を調べると、対象区の1.8倍の値を示した。これは土壌微生物の呼吸量を算出したものであり、土壌の生物性の豊かさが見て取れる。【表3】



図6 垂直仕立て

図7 根の様子

(左：対象区、右：垂直仕立て・有用菌施用区)

	対象区	垂直仕立て・有用菌施用区
根 長	19	24.5
根 圏 微 生 物 活 性 値	0.118	0.215

表3 土壌バイオセンサー：根圏微生物活性値

（４）病害抑制対策

手応えを感じた私達は、発酵にも挑戦した。発酵で真っ先に思い浮かぶのが「堆肥」だが、製造には半年以上かかり、完熟を見極めることも困難である。

そこで、表層に一株当たり30g/cm²の未熟有機物コンフリーを施し、緩やかな発酵を進める「土ごと発酵」を行った。【図8】土壌バイオセンサーによる病害抑止力評価では対象区の1.2倍の数値を示し、安全を示すA評価も確認された。【表4】

さらに詳しく土壌微生物相を分析した。一般的に、糸状菌に対する細菌の割合を増やすことが病害発生抑制に繋がると言われている。表のとおり、今回の処理でB/F値が高まっていることから土壌の強健化に成功と言える。【表5】



図8 土ごと発酵

	対象区	土ごと発酵区
病害抑止力値	58.1	71.9
評価	C	A

表4 土壌バイオセンサー：病害抑制力

各菌数 (割合)	糸状数	放線菌数	一般細菌数	微生物総数	放線菌/糸状菌 (A/F 値)	細菌/糸状菌 (B/F 値)
対象区	5.9万 (0.1%未満)	2,100万 (5.2%)	3億8千万 (94.80%)	4億 (100%)	355.9	6,900
土ごと発酵	3.9万 (0.1%未満)	800万 (7.2%)	4億5千万 (98.3%)	4億6千万 (100%)	205	12,000

表5 土壌菌相分布

（５）肥料の地域内自給策

素材には野草のコンフリーを選択した。【図9】明治時代に日本に持ち込まれ、家畜の飼料として広く使われた。繁殖力が旺盛で今や日本中に自生する厄介者の雑草となった。栄養分が豊富な上、繊維が少ないことが特徴だ。保存も見据え、コンフリーの葉を熱風乾燥し、粉末化した。20Lの水に60gのコンフリー粉末を添加し、水出しによる抽出を行った。【図10】



図9 コンフリー



図10 コンフリー液 (左から水出し、水出し+硝化菌、水出し+硝化菌+エアレーション)

着色は確認できるが、窒素成分に物足りなさを感じる。【表6】多くの植物は好硝酸植物のため、硝酸態窒素の成分量を上げることが不可欠である。

そこで、アンモニア態窒素を硝酸態窒素へ変換させる硝化作用の原理に立ち返り、硝化菌を添加した。また、好気性である硝化菌のはたらきを活発にするため、エアレーションで溶存酸素も高めてみた。この併用により、硝酸態窒素を増やすことに成功した。リンとカリウム、カルシウムにおいては市販の液体肥料を上回る成分量を確認済みである。

さらに、昨年度行った煮出しによる抽出と比べても、今回の水出しの方が全体的に成分量を上昇することが分かった。【表7】ただ、これはあくまで実験室レベルであり、圃場を意識したスケール感には至っていない。

	EC	NH ₄ -N	NO ₃ -N	PO ₄ -P	K	Ca	Na	TH
水出し	1.880	8.04	2.43	6.25	590	620	620	150
水出し +硝化菌	腐敗したため、計測できず							
水出し +硝化菌 +エアレーション	2.550	7.70	4.78	10.25	640	490	55	38

表6 コンフリー液の成分

	EC	NH ₄ -N	NO ₃ -N	PO ₄ -P	K	Ca	Na	TH
市販液肥	1.195	4.80	23.68	1.28	150	100	14	46
R7 水出し	2.550	7.70	4.78	10.25	640	490	55	38
R6 煮出し	1.14	22.40	1.92	1.86	0.92	47	42	12

表7 コンフリー液の成分

※R7水出し・R8煮出しともに硝化菌+エアレーションを併用

(6) 肥料抽出の工夫

素材のコンフリーを最大限に活かす方法を模索し、食品加工研究所の協力のもと、フリーズドライ加工処理を実施した。【図11】

これをもとに抽出試験を行ったところ、水出しの成分量を大きく上回る数値が確認され、特に硝酸態窒素は4倍に跳ね上がり、少量でも強力な肥料効果を確認することができた。【表8】



図11 フリーズドライ処理したコンフリーの葉

	EC	NH ₄ -N	NO ₃ -N	PO ₄ -P	K	Ca	Na	TH
熱風乾燥	2.550	7.7	4.78	10.25	640	490	55	38
フリーズドライ	2.275	1.06	16.28	14.53	740	36	47	49

表8 フリーズドライ加工処理後の成分

肥料効果の実証試験として、肥料要求量の多いトウモロコシを栽培したところ、明らかな生育差が確認された。草丈や茎の太さなどの外観だけでなく、葉色度においても調べてみると、差が見られた。【図12、表9】



図12 トウモロコシの生育の比較（左：対象区、右：コンフリー液施用区）

	草丈 (cm)	茎径 (mm)	SPAD値
対 象 区	36	6.1	26.2
コンフリー液肥施用区	48.5	9.8	36.6

表9 トウモロコシの生育評価

4 まとめ・考察

(1) 猛暑に適応した栽培技術の確立について

高温乾燥には、鉄やカルシウムなどの微量元素や酢酸を活用することで猛暑へ適応することができた。高温時に農薬を散布すると、葉害が発生しやすくなる。日中はもちろん、朝も夜も気温が下がりにくくなっている今、農薬散布ができる時間は限られている。そんな中、今回得られた高温乾燥耐性の方法は、42℃程度の高温下で病害虫を死滅させる近代型の防除技術「ヒートショック」にも耐える備えとなった。

(2) 農薬に依存しない化とその実証について

植物ホルモンや微生物の力、発酵技術の使い方の工夫で作物と土の強健化に取り組むことができた。また、調査の過程で、様々な分析機関を見つけ、従来は評価が難しかった作物の抵抗力や土の豊かさ（特に土壌の生物性）を科学的に立証することもできた。

(3) 肥料の地域内自給と活用について

コンフリー由来の液体肥料の製造について、昨年度の試験結果を上回る抽出技術に成功した。また、フリーズドライと新しい視点を入れることができた。素材の表面積が増えたことが原因と考えられる。

5 今後の課題

(1) 地域の力で猛暑対策

次年度は未活用資源などから鉄や酢酸、カルシウムなどの素材を見つけ、地域の力で地域の高温・乾燥対策を進めるような仕組みをつくりたい。

(2) 猛暑への適応技術の実践

苗生産や真夏の栽培や緑花活動でも猛暑の適応技術を実践し、気候変動適応型農業の先進校として地域への発信と普及に努めたい。

(3) コンフリーの増産と周年生産

コンフリーが肥料の素材として液体肥料の成分として有効であることは確かであるが、農繁期に肥料製造をすることは現実的ではない。冬場など農閑期の内に栽培・製造できる仕組みとして、現在、水耕栽培を検討している。

6 おわりに

慣行栽培だけでは難しい時代を迎えている。今後もあらゆるトッピングを駆使して持続可能な農業に挑んでいきたい。