

NPO無施肥無農薬栽培調査研究会・平成18年度研究報告会

開催日時：平成19年3月18日（日） 13:30～

会 場：無施肥無農薬栽培調査研究会 レイメイホール

表題・報告者

1. 無施肥栽培における水稻と畑作物（メイズとダイズ）の生産力の比較…… 奥 村 俊 勝
2. 軟弱野菜及びトマトの無施肥無農薬栽培における紙マルチの効果 …… 水 谷 信 雄
3. 丹波捏薯（ツクネイモ）の無施肥無農薬栽培の生育と収量・品質 …… 田 尻 尚 士
4. 無施肥無農薬田における雑草発生特性と埋土種子の検出について …… 芦 田 鑑
5. 無施肥無農薬栽培圃場の微生物相 …… 森 本 正 則
6. 長期無施肥栽培がクワの生産構造および無機成分吸収に及ぼす影響 …… 粕 田 光 雄
7. (資料提出) : 提供を受けた分析米の分析結果 …… 奥 村 俊 勝
 <資料1>平成17年度産無施肥無農薬栽培米の品質
 <資料2>NPO無肥研栗東水田の玄米収量の経年変動

平成19年3月18日

報告者 奥村俊勝

無施肥栽培における水稻と畑作物（トウモロコシ、ダイズ）の生産力の比較

1. はじめに

古くからイネは地力で、ムギは肥料で作れと言われてきた。水稻が無施肥栽培された場合、普通の施肥栽培の場合の約60%の収量が得られると言われている。一方、コムギの場合には、その割合が約30%程度であると考えられている。これはその作物の栽培される時期の気候要因が関与していることも考えられるが、このように水稻と畑作物の無施肥栽培での生産力の違いが生じる理由の一端を明らかにして、無施肥栽培での畑作物の生産力の向上を目指す実験を行った。普通、植物の生育量は主に個体への供給窒素量によって決定されると考えられる。そこで比較のための供試畑作物はトウモロコシ（C4植物、根圈での共同的N固定を行う）とダイズ（C3植物、根粒でN固定を行う）とし、その上で灌水処理の効果も合わせて調査した。

2. 実験方法と材料

a)供試品種と栽培期間

水稻	；日本晴	4月11日～10月30日
トウモロコシ	；キャンベラ	5月8日～8月6日
ダイズ	；タマホマレ	6月29日～11月1日

b)栽植密度：3実験区ともに同一密度

水稻	；16.7株/m ²
トウモロコシ	；7.4株/m ²
ダイズ	；14.2株/m ²

c)実験区設定：

1)施肥条件として（水稻および2つの畑作物ともに）

A区；鶏糞（有機質肥料）施用区

鶏糞（N;4.3%, P;5.8%, K;3.4%含有）基肥のみ 232g/m²施用

B区；化学肥料（普通栽培）施用区

硫安50g, 過石60g, 塩加16.7g/m²施用, N, K は基肥+追肥

C区；無施肥区

2)灌水処理の有無として（2つの畑作物ともに）

1区；自然の降水のみの区（乾燥区）

2区；人工的に灌水を行った区（湿润区）

3)灌水処理期間

水稻；栽培期間中ほぼ浅水灌溉

トウモロコシ；6月14日～8月6日 1日1回畦間灌水

ダイズ；7月11日～10月18日 適時畦間灌水

2) トウモロコシについて

1株の地上部乾物重は図2に示した。灌水処理開始15日後の絹糸抽出期（生育中期）の乾物量は、灌水処理の有無にかかわらず、B区（化学肥料区）>A区（有機肥料区）>C区（無施肥区）の順になった。また、3施肥条件ともに1区（乾燥区）が2区（湿潤区）よりも重くなった。収穫期にも、その乾物重は灌水処理の有無にかかわらず、絹糸抽出期と区間順位が同じとなった。

それぞれの時期における1株全乾物重（地上部+地下部）の灌水処理ごとのB区に対する比数を表2に示した。絹糸抽出期のC区はB区の17~27%のバイオマス生産となり、収穫期には27~39%となった。なお、本実験では、収穫対象物の雌穂量は鳥害の発生により調査出来ていないので再実験の必要があるだろう。

以上より、トウモロコシにおいては、生育期間中に毎日灌水するという過剰な水供給と天候不順のため、肥料種にかかわらず、根の発達不良等のバイオマス生産にとってのマイナス効果が発現したものと思われる。しかし、1区においても無施肥の場合、バイオマス生産が著しく低下することが推測される。

表2 絹糸抽出期と収穫期のB区(100)に対する全乾物重比数(%)

	絹糸抽出期	収穫期		絹糸抽出期	収穫期
A-1	35	51		A-2	86
B-1	100	100		B-2	100
C-1	17	39		C-2	27

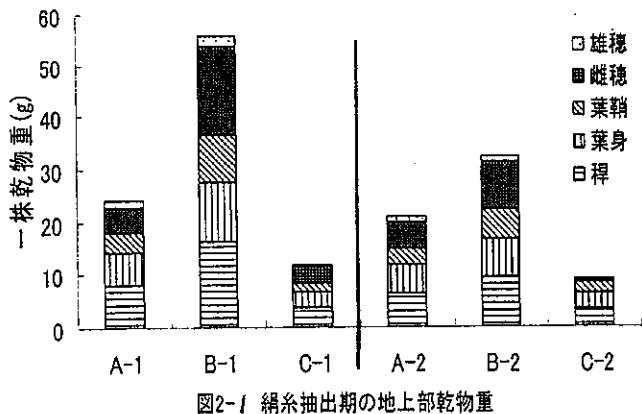


図2-1 絹糸抽出期の地上部乾物重

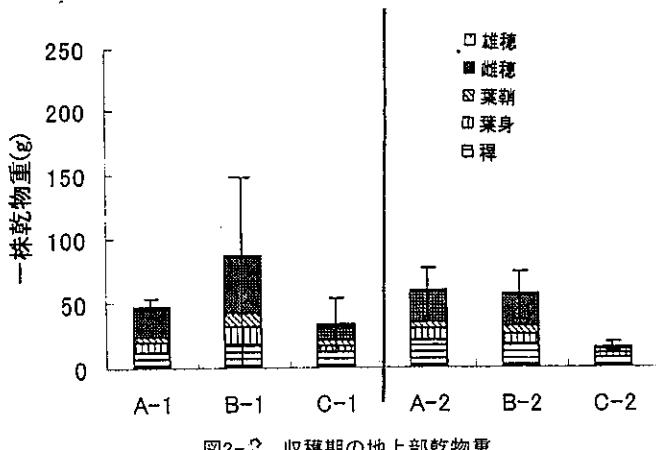


図2-2 収穫期の地上部乾物重

3) ダイズについて

B-1区（乾燥・化学肥料区）を基準(100)とした各区の全乾物重比数(%)は表3に示した。灌水処理開始後25日目の開花期には、C-2区（灌水・無施肥区）のバイオマス生産は著しく低かったが、開花20日後には、C-1区（乾燥・無施肥区）を除く全ての区はB-1区よりもその生産量が高くなかった。しかし、開花40日になると、B-1区よりも全区で低くなかった。

アセチレン還元法によるダイズ根粒の窒素固定力の時期的变化を図3に示した。開花期には、

全区間の差は僅かであったが、開花20日後ととくに開花40日後には灌水処理区が乾燥区よりもかなり固定力を高め、無施肥区における両区（C-1と2の比較）の固定力の差は著しく大きくなつた。

1株のマメ収量と灌水処理の有無ごとにB区を基準にした収量比数(%)を表4に示した。マメ収量は灌水処理の有無に関わらずB区（化学肥料区）が最大で、ついでA区（有機質肥料区）となり、最小はC区（無施肥区）となつた。その収量結果をB区との比数でみると、C区は1区（乾燥区）で56、2区（湿润区）で58となつた。つまり、無施肥栽培でも灌水することで普通栽培の64%の収量が得られることが示された。

以上から、ダイズの無施肥栽培においては、灌水が根粒活性を高める効果を表し、マメ収量に大きく寄与することが窺えた。

表3 B-1に対する1株当たりの全乾物重比数(%) 表4. マメ収量とB区に対する収量比数

	開花期	開花20日後	開花40日後
A-1	97.7	151.8	88.2
B-1	100.0	100.0	100.0
C-1	102.1	89.7	93.0
A-2	81.8	121.8	79.0
B-2	110.2	134.6	96.7
C-2	65.1	126.3	84.1

	マメ収量(g/株)	収量比数(%)
A-1	17.1	74
B-1	23.2	100
C-1	13.0	56
A-2	16.8	66
B-2	25.5	100
C-2	14.8	58

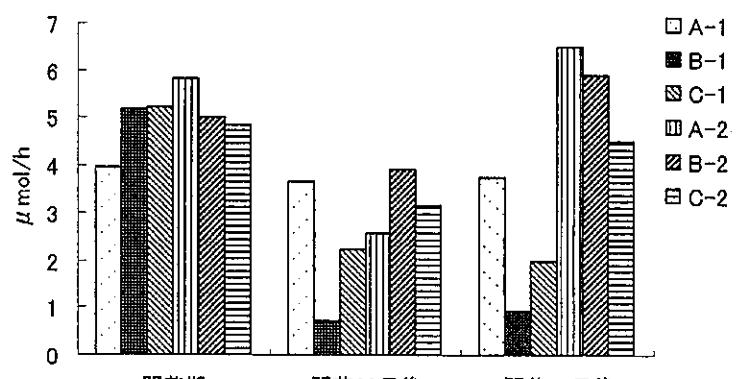


図3 一株当たりのエチレン生成量(μmol/h)

4.まとめ

畑作物の代表としてトウモロコシとダイズを用いたが、両作物とも普通栽培に比べて無施肥栽培は、やはり生産性が劣る。しかし、生育後期に施肥以外からの有効態窒素の供給が良好な無施肥栽培水稻のような供給手段（たとえば、土壤微生物活性の増大）を取り入れることで、畑作物の無施肥栽培における生産力の向上が図られる可能性が示唆されたものと考える。

軟弱野菜及びトマトの無施肥無農薬栽培における紙マルチの効果

報告者 水谷信雄

1. はじめに

マルチング (mulching) というのは、藁やプラスチックフィルムなどで土壤表面を覆うことを指している。敷藁や敷草は古くから行われてきたが、近年、フィルムマルチが盛んになり、ハウスやトンネルだけでなく露地でも広く行われている。

野菜栽培におけるマルチングの効果は、マルチを行う時期や被覆に用いる資材によって異なる。一般に夏季に行うマルチングは稲藁、麦藁などのほか刈り草を使用した敷藁敷草で土壤の乾燥防止や地温上昇の抑制、土壤侵食の防止、雑草の発生防止などのほか降雨時の土の跳ね上げによる果実の汚染防止など多くの効果が期待される。また、冬季には地温の上昇を計る目的でフィルムを使ったマルチングが、主として早春の地温の低いころにハウスやトンネル内で行われている。

本報告は、古紙から作られた紙マルチの利用効果を検証するため、4月から10月の高温期をはさんで軟弱野菜とハウストマトの無施肥無農薬栽培に紙マルチを使用し、その結果を取り纏めたものである。

2. 材料及び方法

1) 軟弱野菜(ホウレンソウ、シュンギク、コマツナ)及び中国野菜(チンゲンサイ)の栽培における紙マルチの効果を調べるために、紙マルチを用いた栽培試験を山科区日ノ岡の無施肥無農薬栽培歴35年の圃場で行った。栽培は3種類の軟弱野菜と参考資料として中国野菜であるチンゲンサイを、2006年4月から10月までの間、圃場内の雨よけハウス内で3作行った。1作目の栽培は4月から5月、2作目は6月から7月、3作目は9月から10月でいずれもは種後40日前後で収穫し、紙マルチ区と無マルチ区の生育や収量を調査した。また、それぞれの時期に両区の雑草発生量も記録した。

なお、栽培試験に用いた紙マルチは幅1m、長さ50mの市販品を用い、条間10cmで5条植えとし、6cmの間隔に株間をとって、3cm×6cmのは種用のまき穴を作った。栽培は両試験区とも幅1m、長さ10mの畝を4分割し、1区画2m²で種子は直播した。

2) トマトのハウス栽培における紙マルチの効果を見るため、約57m²のビニールハウス内に設けた1m×11.8mの2本の畝を紙マルチ区および無マルチ区としてトマト

(品種：桃太郎-T93)の栽培を行った。両試験区は、それぞれ2条植えで株間50cmとし合計82株を定植したが、調査はこのうち10株ずつについて行い、5株は5段摘芯栽培、5株は無摘芯栽培で管理した株についておこなった。

トマトの定植は2006年4月14日に行い、8月5日の収穫終了まで生育や収量、雑草の発生量などを調査した。

2. 結果及び考察

1) 軟弱野菜栽培における紙マルチの効果

(1) 4月14日は種

ホウレンソウ(品種：アクティブ)及びシュンギク(品種：大葉)，コマツナ(品種：楽天)の3種類の軟弱野菜と中国野菜であるチンゲンサイ(品種：蘇州青)の種子を直播した。上記、4種類の葉菜類とも、は種後43日目の5月27日に収穫し、紙マルチの被覆効果を検証した。

2006年における京都市内の月別平均気温と降水量を第1表に示したが、4月の平均気温は12.6°C、5月は19.0°Cで、同時期のビニールハウス内の温度は21°C~26.5°Cであった。

第1表 京都市内の月別平均気温(°C)と降水量(mm) (2006年)

月別	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
気温	4.0	5.5	7.5	12.6	19.0	23.1	26.3	29.2	23.6	19.2	13.3	7.6
降水量	40.5	99.5	120.0	135.0	160.5	183.0	379.0	84.0	108.5	91.5	71.5	109.5

また地温は紙マルチ区で16°C~20°C、無マルチ区では17°C~22°Cと紙マルチ区が1°C~2°C低く推移していた。ホウレンソウやシュンギクなど軟弱野菜の生育適温は15°C~20°Cであるが、この時期、ハウス内ではすでに生育適温を越えた環境条件であった。

ホウレンソウ及びシュンギク、コマツナ、チンゲンサイの生育と収量の結果を第2表-a及び第1図-aに示した。ホウレンソウでは、紙マルチ区で草丈の伸長が促進されていたが、シュンギク、コマツナ、チンゲンサイでは、無マルチ区のほうが僅かに生育が進んでいた。しかし、1株当たりの平均重量はすべての種類で紙マルチ区が優り、とくにホウレンソウとコマツナでは充実した株が多く認められた。

収量は、ホウレンソウの紙マルチ区でa当り11.8kgと無マルチ区より42%も多く、コマツナでも紙マルチ区で28.3kgと無マルチ区より11%の増収になっており、紙マルチの効果が認められた。

この時期、紙マルチによる地温の抑制は3°C程であったが、軟弱野菜の生育に影響を及ぼしたものと思われる。なお、チンゲンサイでは紙マルチの効果は見られなかっ

く着果がみられた無マルチ区で13果と紙マルチ区より多かったが、第2花房から第5花房までは、紙マルチ区が無マルチ区より58%も多く結実していた。なお、無マルチ区では第4花房までしか収穫されなかった。

本調査では、定植後の5月中下旬頃から無マルチ区の葉色などが悪くなり、葉緑素計で測定した結果、S P A D 値の平均は紙マルチ区の44.2に対して、無マルチ区では40.3と低かった（写真10）。また、この時期から両区に生育の差もみられだした。なお、6月上旬には、両区とも5段目花房の開花が始まっていたが、無マルチ区では葉縁に病斑のできる株も認められた。

このように、半促成栽培のハウストマトは5月中旬から7月下旬の高温多湿期に栄養生長と生殖生長の同時進行を行うため、できるだけハウス内温度や地温の上昇を抑制する方策が重要である。本栽培では、7月上旬から株上に39%遮光のシルバーネットを張り強光を遮ると共に、紙マルチの被覆でトマトの生育に良好な結果を得ることが確かめられた。なお、トマト圃場での雑草の発生量は、無マルチ区で生重15.6kgであったのに對して、紙マルチ区では生重0.4kg であった。



写真1 軟弱野菜栽培の紙マルチ区と無マルチ区



写真2 両区におけるは種後25日目の状態

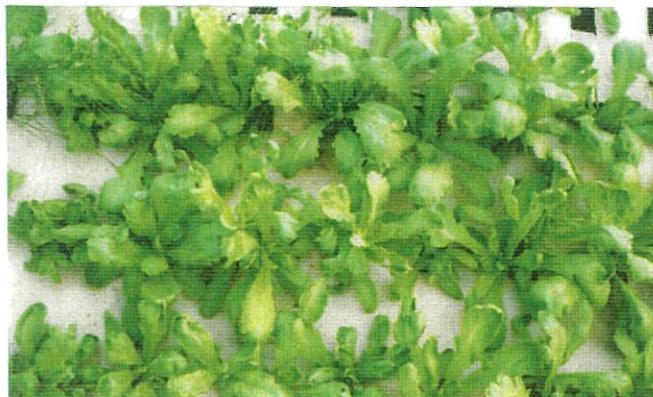


写真3 紙マルチ区のシunjギク (は種後35日目)



写真4 無マルチ区のシunjギク (は種後35日目)

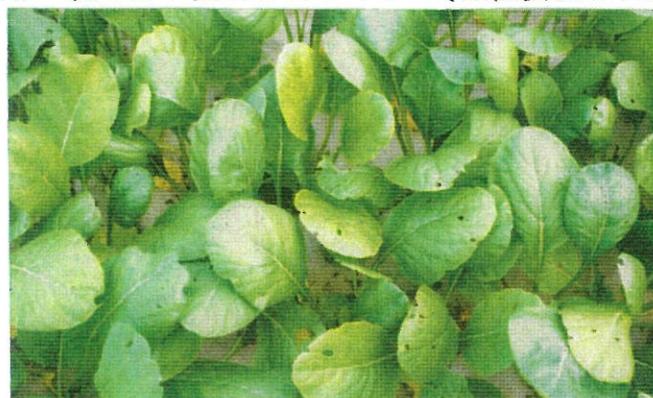


写真5 紙マルチ区のコマツナ (は種後35日目)



写真6 無マルチ区のコマツナ (は種後35日目)



写真7 シunjギク
(上段・無マルチ区, 下段・紙マルチ区)



写真8 コマツナ
(上段・無マルチ区, 下段・紙マルチ区)

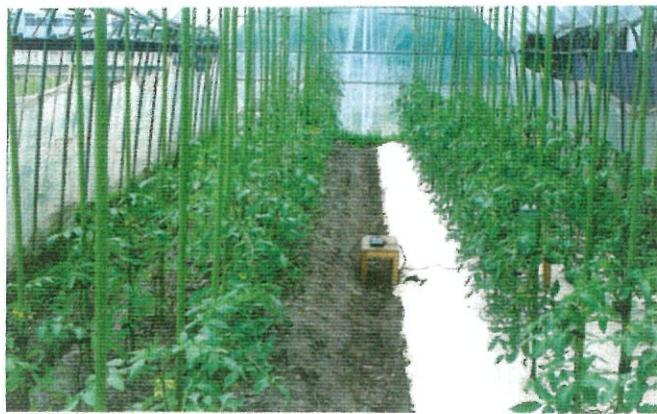


写真9 トマトの紙マルチ区と無マルチ区



写真10 両区の生育状態



写真11 紙マルチ区の生育



写真12 無マルチ区の生育

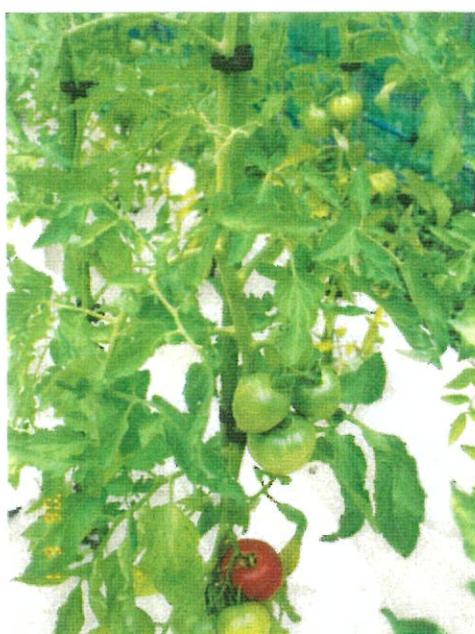


写真13 紙マルチ区の生育

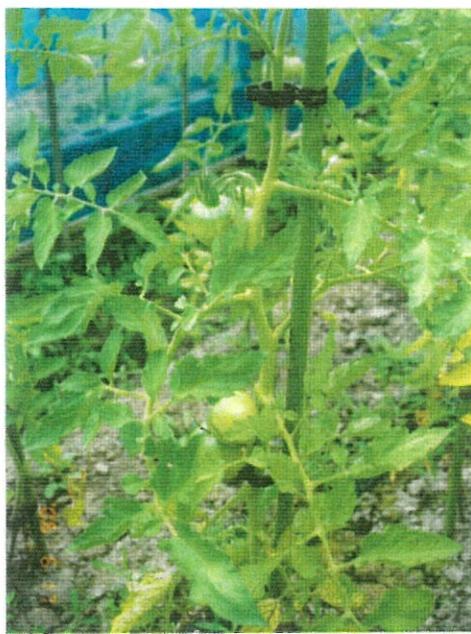


写真14 無マルチ区の生育

丹波捏薯（ツクネイモ）の無施肥無農薬栽培の生育と収量・品質

田 尻 尚 士

【はじめに】

従来から多く栽培され、全国的によく知られるツクネイモ（捏薯、仏掌薯）は塊根類（従来は塊茎と称されたが近年イチョウイモ類は塊根である説が多用）で扁形のツクネイモや塊形のツクネイモとは若干形状が異なるが、ナガイモに属する丸形の栽培型ヤマノイモ（山の芋・薯蕷）で、水管理の容易な水田の粘土質土壤でイネと輪作され、ナガイモと異なり比較的気候や土壤に選択制をし、山土や土砂を多含する土壤では薯（塊根）が変形してイチョウイモ形となる。

【栽培特性】

1m 前後に生長するナガイモと異なり、丸形直径は 8cm~12cm 前後で、深耕は必要であるがナガイモの如く植え付け溝は不要であるが、根が比較的浅い表層に張るために乾燥に弱く、特に 7 月下旬~10 月中旬の肥大期の間断灌水が不可欠である。同時に支柱栽培では乾燥度合いが高まるために低支柱地這い栽培法とした。

萌芽するまでは肥料は吸収しないために無施肥とし、その結果吸収根が良好に伸長することがよく知られる。元肥は萌芽期に施肥することとした。

【実験方法】

[1] 試験圃場の準備：もと水田で面積は 540m²。1999 年から 3 等分（1 区 = 180m²）して無施肥無農薬栽培法（N）、有機コンポスト肥料（牛糞 + 汚泥 + 残飯コンポスト：山陽三共有機株式会社製 SS ボーン A-6 など）栽培法（Y）、無機配合肥料（化成配合肥料）栽培法（C）の 3 区を設定し、ダイズ・トウモロコシなどを継続・輪作し作物の生育及び収量比較などにつき実験を行っている。

本実験では植え付け 1 ヶ月前の 2006 年 4 月 3 日にトラクターで耕耘（深さ : 40cm、畠幅 : 130cm）し 2 条植えとし、乾燥を防ぐために平畠で畠高 15cm で、耕耘時には上記の理由から全栽培区ともに元肥は施肥せず、萌芽最盛期に元肥を施肥する方法を選択した。

薯肥大時の乾燥を防ぐために Y・C 区は完熟堆肥（自家製稲藁 + 枯葉 + 粉殻 : 約 18 ヶ月腐植）を 2kg/m² 耕耘時に施肥し、大きな土塊が無くなるよう耕耘に留意した。土壤が酸性であると生育が劣化し薯の生育が極端に劣るために（pH6.5~7.0 最良）苦土石灰（100g/m²）及びヨウリン（60g/m²）で調節することが重要である（本試験田では pH6.8 で不要であった）。

[2] 種薯の処理：植え付け 50 日前を逆算して 3 月 15 日 400g 大の種薯を 6 分割（1 片 60g 大）し、切り口に消石灰を塗布し 25 日前後風通しの良い屋外で良く乾燥してキュアリング処理し、切り口がコルク化した時点でベンレート T 水和剤 20%/2min 浸漬した後充分水切りし、発砲スチロール箱に投入しビニールを掛けて覆い 25 日前後保温・放置して催芽を促した。

[3] 植え付け：5 月 5 日催芽した種薯上部にダイズ大の芽を有した種薯を選択して 2 条植え付とし（催芽発根時伸長は 5~8cm・太さ 3~5mm）。株間は 30cm（1 区 = 800 株 = 4000/10a）とし、畠片両サイドに深さ 7~9cm の穴を掘り種薯の切り口を上に向か催芽部を下にして植え込み（切り口が下になると腐敗しやすいので留意す）、地温の上昇を計り萌芽を促進するために黒マルチを敷き詰め、植え付け穴部分は少し大きめに開孔して充分灌水した。

[5] 萌芽後の管理（以後の各処理は全栽培法区とも同一処理）

1) 低支柱設置と萌芽の誘導：萌芽成長期では薯の肥大が最重要課題であり、肥大促進のために葉の受光面積の拡大が重要で、光合成を促進し同時に十分な水分を供し、夏期の乾燥を防ぐ方法としては低支柱（ワイヤー網）栽培法とし、畝両片部に 50cm 高のワイヤーロープを 2 条張り、株高 20cm と 30cm の 2 段に区分し、萌芽後に伸びた蔓を早めに誘導し、出来る限り平均的に絡ませ、1 株 1 本茎とし 2 本の場合は生長の大なる方を残して不要芽は芽の基部を抑えながら抜き取り切除した。雑草は出来る限り小さい時期に薯芽を傷めぬように留意しながら除草した。土寄せ、覆土は谷間部の土を用いた。

2) 茎葉繁茂期の管理と第二回追肥：植え付け 50 日前後から（6 月下旬）より種薯の養分が消耗するために吸収根（鬚根）の生長と活動が活発となり、このために上記の如く 7 月 10 日に第一回追肥を行い、8 月 10 日に第二回追肥を行い、間断灌水に留意し茎葉の乾燥による生育劣化を防ぎ、第一回と同様に茎葉を両低支柱に丁寧に引き上げ、平均的に出来る限り重ならないように誘導・絡ませ、以後の土寄せや除草のし易いように留意した。茎葉繁茂過多や側枝旺盛である株は追肥の加減や茎葉及び側枝の間引き並びに受光に留意した。特に 9 月中旬以降の日照り続きには黒マルチを取り除き薄く敷き藁をして乾燥防止を行った。

[6] 開花期と薯（塊根）肥大期の管理：8 月中旬以降から開花し始め茎葉の伸長は鈍化し、10 月下旬まで薯（塊根）は肥大を続けるので此の期まで茎葉の活動維持が重要で、開花後にも蔓が伸長すれば薯の肥大が緩慢となるので伸長茎葉は先端の切除に留意した。此の期は乾湿差の少ないことが薯肥大に重要なため秋雨の排水に注意が必要であった。

[7] 薯（塊根）成熟期と収穫期の管理：9 月下旬頃から薯の成熟期となり秋雨が多くなったため排水管理が重要となった。薯の表面が茶褐色から黒褐色化し、一部茎葉も黄化を始めて鬚根も弱まり土壤も次第に乾燥気味となり、雨などによる滯水に注意し常に排水に努め、茎葉が完全に枯死した 11 月 27 日（例年より 15 日遅延）収穫を開始した。晴天時に枯葉を切除し、集積焼却（病虫害駆除のため）し、蔓の際を掘り鋤で掘り上げ薯に傷つけぬよう掘り出し、直ちに粉殻中で 5 日間放置して余分固着物の泥や水分を除去した。その後収穫した薯は乾燥しないようにポリ袋に投入し粉殻と混同して覆い 13~15 ℃ 下の採庫（クボタ社製）で貯蔵した。

〔実験結果〕

1. 栽培法と茎葉の生長比較

栽培法から見た茎葉部の生育状況及び薯（塊根）部の生育状況は次表に示した。

1] 蔓部の生長（伸長）比較

茎葉の生育は地温及び大気气温の上昇とともに顕著に全栽培区で増強され、とくに 8 月上旬から 10 月上旬に渡りこの傾向が顕著で、栽培期間中最高域に達し、栽培期間中管理等が最重要期であった。

これらの結果を次表に示した。

長及び茎が肥大する最盛期より僅かに速く（7月下旬期）葉は拡大され同時に枚数も増加する様相が認められたが、N区では葉の生長は生長最盛期のまで若干緩慢であり、8月中旬より大きく生長し拡大及び枚数増加が顕著となつたが、総合的にはC、Y区より拡大及び枚数は劣る結果となり、通気及び受光性は良好状態であるが、10月中旬期より葉は枯れ始め一部で落葉する傾向が認められた。

総合的に茎葉部の生長はY>C>Nの順となり、Y区が最も優れ11月上旬まで茎葉は活力感を有し、11月中旬に一挙に茎葉は落葉・枯死した

2.栽培法と薯（塊根）部の生長比較

薯（塊根）の生長状況を肥大製と重量増加より求め、更に薯の形状（大きさ）占有率を求めた。

1]薯（塊根）部の肥大生長状況：全栽培」区ともに生育肥大状況は同一傾向を呈し、総合的な肥大性はY>C>Nに大となり、とくに8月上旬より10月下旬に至って顕著に肥大し、10月中旬期より充実・完熟期にいたり、茎葉の生長が停止し・落葉・枯死期にこの現象が顕著となつた。

生長状況は、塊根部の肥大が進行すれば重量増加も平衡して強化されるが、肥大状況初期（植え付け後60~70日）は塊根部が縦に伸長し、次いで横への伸長が促進され続いて厚味が促進され、丸味を形成し薯状となることが認められた。肥大最盛期（植え付け後90日前後）では薯の厚味が促進され次いで横、更に縦への伸長が強化される傾向となつた。C区Y区では栽培中期では若干差異を生じるが栽培終期ではその差異は縮小された。N区とでは栽培初期から終期に至って終始差異を生じC区を規準に比較すれば-12%前後劣り、Y区では+2%前後優ることが認められたが、薯そのものの形状は極めて類似し良好であり、N区は僅かに小型であり他の2区に比してやや外皮が薄く柔らかいことが認められた。

2]薯（塊根）の重量増加状況：塊根部の肥大状況とほぼ一致し、C区を規準に比較すればY区=+21%、N区=-10%となり、C区では一般に目標とされる1450kg~1500kg範囲内で良好な栽培状態であり、Y区は近年復活した従来の堆肥栽培法で、当時は堆肥（稻藁尿尿+牛糞）+石灰窒素を主肥として400貫/反（1500kg/10a）が平均とされた収量にほぼ合致し、3栽培法中で最高の収量となり、ツクネイモ栽培では堆肥（完熟）施肥が有効性に富み、茎葉部は11月上旬期まで活力性に富み、以後一挙に落葉・枯死することが塊根（薯）の肥大成長に有効であることが示唆され、一方、無施肥栽培では生長育状況がやや緩慢で、全般的に塊根部の肥大生長が劣り、茎葉部の活力期間が短略化されることが示唆された。

3]薯（塊根）の等級形状：収穫時の薯の等級（大きさ）は、収穫直後から5日前後室内で放置・乾燥し、付着した土を丁寧に除去した後に計量し、収穫量と市販時の等級別占有率の結果を次表に示した。

栽培法と薯の等級別占有率(10a) (市販時の選別等級)

収穫薯の等級	N区(%)	C区(%)	Y区(%)
大(400~450g)	480.1kg(32)	570.7kg(37)	725.9kg(45)
並(350~399g)	660.1kg(44)	709.6kg(46)	661.4kg(41)
小(250~344g)	360.2kg(24)	262.3kg(17)	225.9kg(14)
収穫量合計	1500.4kg	1542.6kg	1613.2kg

市販時の選別等級を基準に表示したが、選別の基準は概ね重量で決定され形

状（丸味感等）は二次的要素とされる。

栽培法別に総合的に

見れば、全区で並とされる 350~399g サイズが最も占有率が高い傾向を示し、次いで大（400~450g）サイズが多く、小（250~344g）サイズが最も少ない様相を呈した。

栽培法による特徴では Y 区では、大が最高占有率を呈し、小が極めて少く、N 区・C 区では並が最高占有率を呈し大がほぼ中間占有率を呈した。N 区では最小占有率が比較的高く全般的に薯の肥大がやや劣る傾向が認められた。

3. 栽培法と薯（塊根）の含有成分

栽培法別に見た薯の主要含有成分比較を次表に示した。

総合的には各栽培区間での三大主要成分の含有格差は差ほど顕著でない。

含有成分名	N 区	C 区	Y 区
水 分 (%)	73.1	73.4	73.5
タンパク質 (%)	4.1	4.2	4.3
脂 質 (%)	0.3	0.3	0.3
炭水化物 (%)	20.4	20.5	20.7
灰 分 (%)	1.1	1.3	1.3
カルシウム (mg)	11.2	12.1	12.3
リ ン (mg)	60.2	60.4	60.7
鉄 (mg)	0.7	0.6	0.8
ナトリウム (mg)	4.9	5.1	5.4
カリウム (mg)	495.6	550.9	561.2
Vitamin B ₁ (mg)	0.15	0.17	0.16
Vitamin B ₂ (mg)	0.06	0.08	0.08
Vitamin C (mg)	7.2	7.4	7.7
Asparaticacid (mg)	160.6	169.7	177.2
Glutamicacid (mg)	387.9	388.9	390.5
ム チ ン (%)	2.4	2.7	3.1
マンナン (g)	0.2	0.4	0.5

成分分析法

水分、蛋白質、脂質、炭水化物及灰分：五訂日本食品標準成分表分析マニユアル（平成 9 年）

無機成分：乾式灰化法で試料資料調整後に原子吸光分析

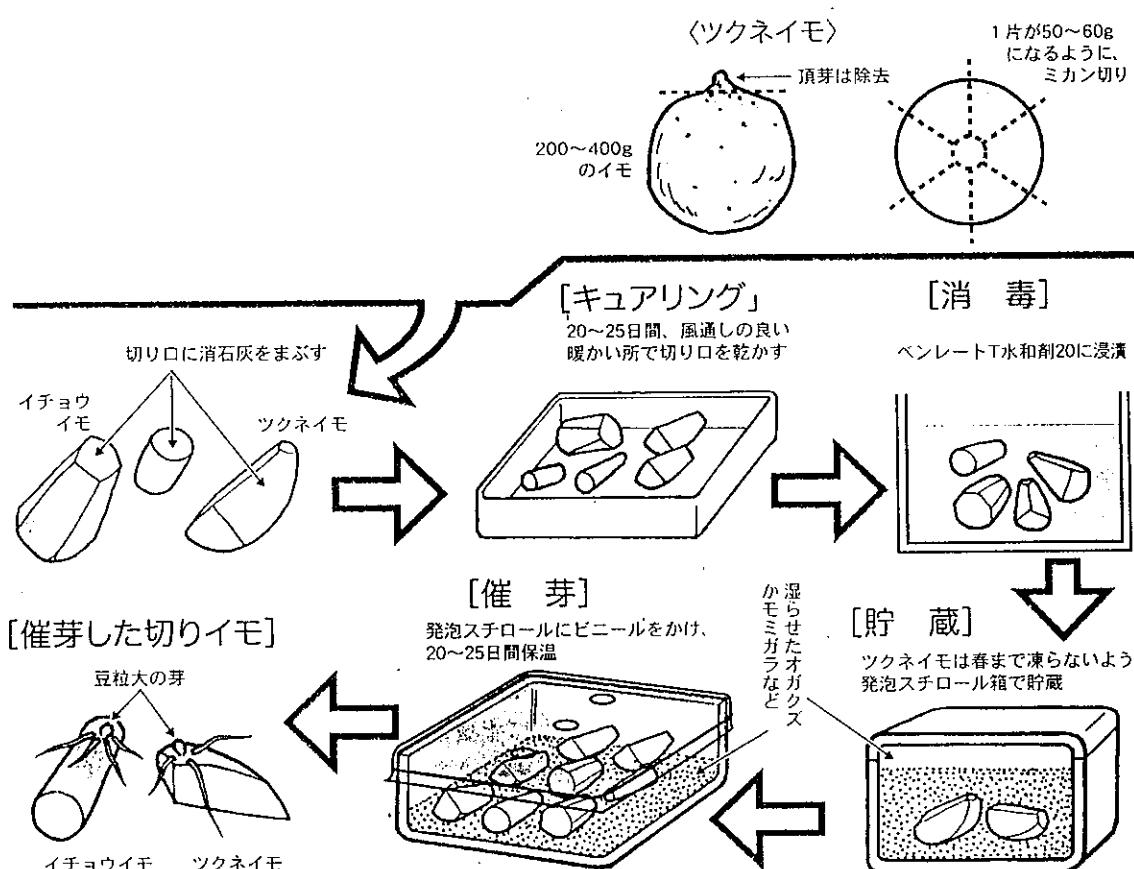
ビタミン B₁B₂ 及びアスパラギン酸・グルタミン酸（沈降定数分離処理）及びムチン：高速液体クロマトグラフ（日立製）分析

マンナン：ムチン＝マンナン+グロブリン系蛋白→硫酸及び水酸化ナトリウム溶液で分解処理→高速液体クロマトグラフ（日立製）分析

灰分に若干の差が認められ C 区を規準に比較すれば N 区 = -5.4%、Y 区 = ± 0% となり、鉄分ではこの逆となり N 区 = +16.6%、Y 区 = +33.3% と強化された様相を呈した。呈味性に大きく関与するアミノ酸のアスパラギン酸（Aspartic acid:Asp）及びグルタミン酸（Glutamic acid:Glu）含有量比較（C 区規準）では、Asp は N = -4.4%、P = +4.4% となり、一方、Glu でも同傾向を呈し N 区 = -0.3%、Y 区 = +0.6% と極めてその差異微妙であり、数値的には N 区では僅かに呈味性に劣り、Y 区では若干勝る結果を示したが、実際の食味時の呈味感では殆どその際は認められなかった。

ツクネイモ特有の粘性に直接関与する粘性物質であるムチン（ムコタンパク質・糖タンパク質の総称）含有量（%）の比較では、収穫量とほぼ比例し、C区を規準に比較すればN区=-11.2%、Y区=+14.8%となり、呈味アミノ酸の差異より顕著に大きく、食味時においてもN区とC区・Y区の粘性差は認められたが、C区とY区の差は認められなかった。

ムチンの粘性強度を左右するのはグロブリン系蛋白の複合物である水溶性纖維の一種であるマンナンであるためその含有量を測定したが、その結果栽培法による比較ではムチン含有量と同様の傾向を示し、C区を規準に比較すればN区=-50%、Y区=+25%とその差は顕著であり、粘性差異は水溶性纖維のマンナン含有量に大きく左右されることが示唆され、ヤマノイモの品質及び用途を大きく左右し、とろろ飯や菓子用素材としてツクネイモ粉末が多用されることが理解され、含有成分的にはY>C>Nの順に良質なツクネイモが収穫された。



ツクネイモの栽培暦

4月			5月			6月			7月			8月			9月			10月		
上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下
▼	○	●	●	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

▼深耕 ○植え付け ●元肥 ■追肥 □収穫

平成19年3月18日

無施肥無農薬田における雑草発生特性と 埋土種子の検出について

報告者 芦 田 馨

近年、食品への安全性、環境保全の観点から農薬に頼らない環境保全型農業への関心が高まっている。しかし、雑草管理などによる労力の増大が避けられないなどの問題がある。本年度は、従来から行っている雑草発生実験と新たに2005年より行った埋土種子の検出を行い、雑草発生本数と埋土種子数の関係を調べた。また、2005年に滋賀県栗東市の長期無施肥無農薬田で、雑草の著しく少ない現状を観察し、その要因が解明できないかと調査、実験をおこなった。

雑草の発生実験および埋土種子の検出

土壤の採集は、無施肥無農薬田と隣接する慣行田より採集した。図-1に示したように、水口(1)、水尻(2)、水田のほぼ中央部(5)、残りの2隅(3,4)の5ヶ所から、2006年5月11日に採集を行った。採集方法は、表面から約5cmの土壤を採集し、その土壤をビニール温室内で自然乾燥した後、約0.5mmの穴のフルイに通して、石やワラくず、雑草の根などを取り除いた。()内の数字は、図-3に対応している。

雑草の発生実験の方法は、無施肥無農薬田と慣行田の土壤(乾燥・調整した土壤)を、各々の場所ごとに100gずつ15.0×11.0cmのバットに入れ、水道水を常に補充して湛水状態とした。2006年6月～11月までの6ヶ月間に発生した雑草の種類と本数を測定した。

埋土種子の検出の方法は、雑草の発生実験で使用したと同じ土壤を使い、土壤2gを試験管に入れた後、図-2に示す手順で行った。検出された種子を、100gの土壤に換算した。

雑草の発生本数は、無施肥無農薬田が平均で15.6本/100gと少ない発生であった。しかし、慣行田においてはバラツキが大きく平均で100.8本/100gと約6.5倍の発生が見られた。場所別に見ると、無施肥無農薬田では、水口が少なく水尻が大となり、その他の3ヶ所ではほぼ同じ値を示した。慣行田では、水口よりも水尻が多くその他の場所がさらに多くの発生が見られた。

埋土種子の検出は、発生本数と同じく、無施肥無農薬田では、バラツキが少なく、慣行区は、バラツキが大きくなつた。無施肥無農薬田と慣行田の水口、水田中央部の埋土種子数が、発生本数より大となつた。この事は、検出された種子が休眠あるいは死滅していた可能性も考えられた。

雑草の発生本数と埋土種子数の相関を見ると、慣行区で相関が見られたが、無施肥無農薬田は発生本数も埋土種子数も少なく、傾きの小さい相関となった。

これらの結果より、長期間の無施肥無農薬田の除草と水管理が大きく影響していると考えられた。除草は、手取りや田打車によって徹底した除草が行われている事、また生育期間中のかけ流しなどによって、水田内の雑草種子の減少などがあげられる。また、水田の水口、水尻の位置も埋土種子のたまり具合にも影響していると考えられた。

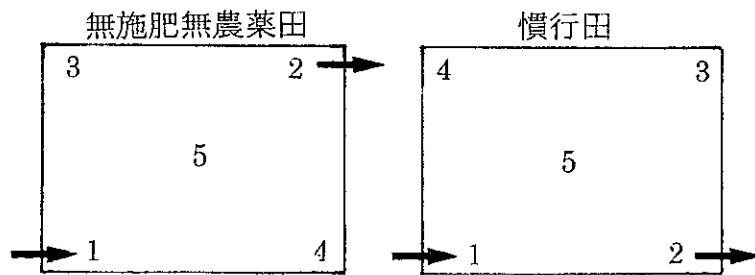
水の循環と無循環による雑草の発生

2006年5月に無施肥無農薬田より採集した生の土壤5Kg(乾重3.7Kg)を44.0×75.0×7.5cmのプラスチックバットに入れ水を張って湛水状態にした。循環区の2区は、ポンプで水の流れを作り(図-5)、無循環区の2区は、湛水、静水状態にした。実験は、2006年6月29日～11月18日の143日間行なった。また、抜き取り調査は、9月2日に循環区、無循環区の1バットを、また実験終了日には、全ての区の雑草を抜き取り、種ごとの本数を測定した。

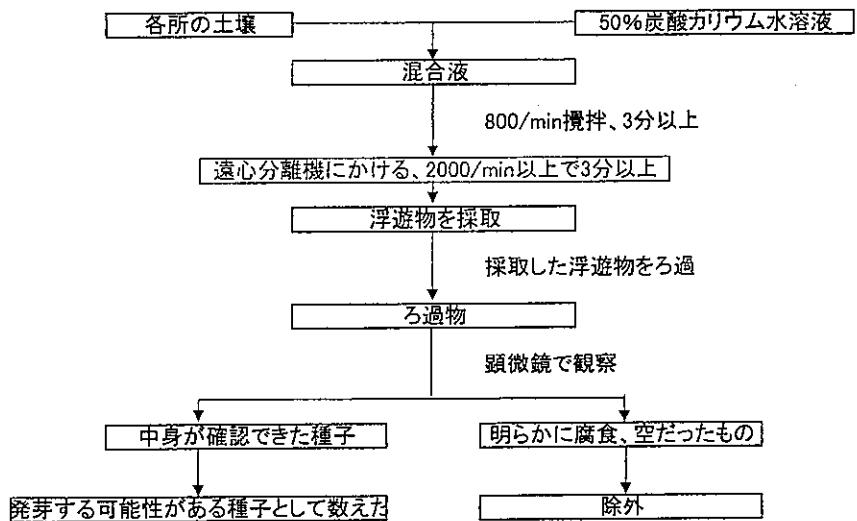
循環区は、無循環区に対し常に雑草の発生は少なく、循環放置区は、平均315.6±26.7本/m²、無循環放置区は、453.7±78.9本/m²で約1.5倍の差が見られた。また、無循環放置区の方が、バラツキも大であった。抜き取り後の発生は、循環抜き取り区では少なく、平均76.8本/m²と大きな増加は見られなかった(図-6)。しかし、無循環抜き取り区では、最終日の11月までの本数が、無循環放置区とほぼ同じ303本/m²までに増加した。さらに、無循環放置区においては、雑草が開花し、種子が成熟して発芽したと思われる幼植物が多く観察された。10月25日には約310本/m²、11月15日には約325本/m²が再発生していた。循環区では、水の流れによって種子が、水尻(排水口)より外部へ放出したと考えられた。

循環区と無循環区の雑草への泥のかぶり具合(図-7)を見ると循環区では、泥が雑草全体にかぶり枯死している個体も見られた。しかし、循環装置が未完成であった為バット全体に水流が循環せず泥のかぶりに、むらが見られた。無循環抜き取り区の9月12日の高い値は、9月2日の抜き取りの際、浮遊した泥をかぶった結果である。かけ流しによる泥の浮遊は、長期間の無施肥無農薬栽培によって有機物の少ない細かい粘土状になり、わずかの水流によって浮遊すると考えられた。

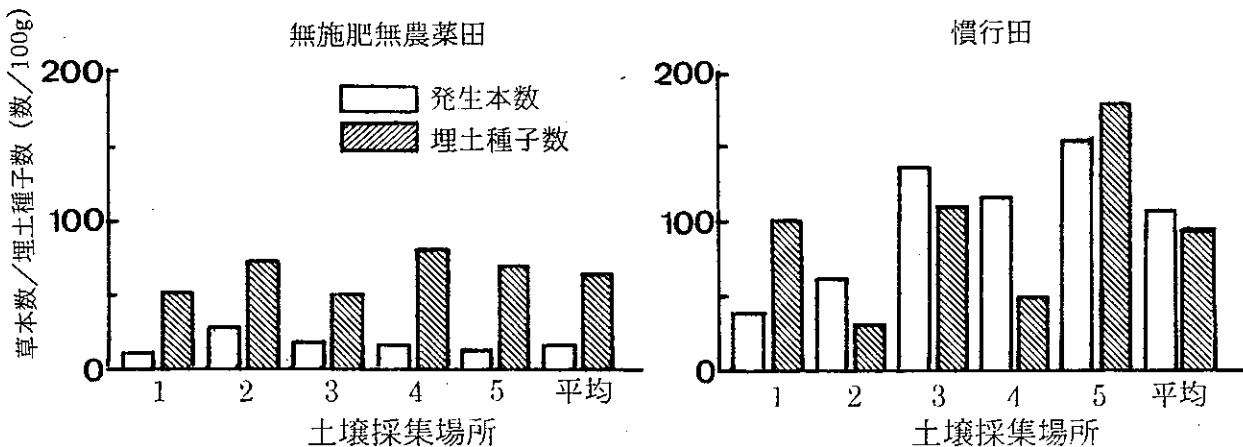
これらの事から、かけ流しを行うことによって泥が浮遊し、植物体に泥が覆い、光合成や呼吸の抑制によって雑草の発生や生育を抑えていると考えられた。また、落下した種子をかけ流しの水によって、浮遊し流され水尻より外部へ移動する効果も考えられた。



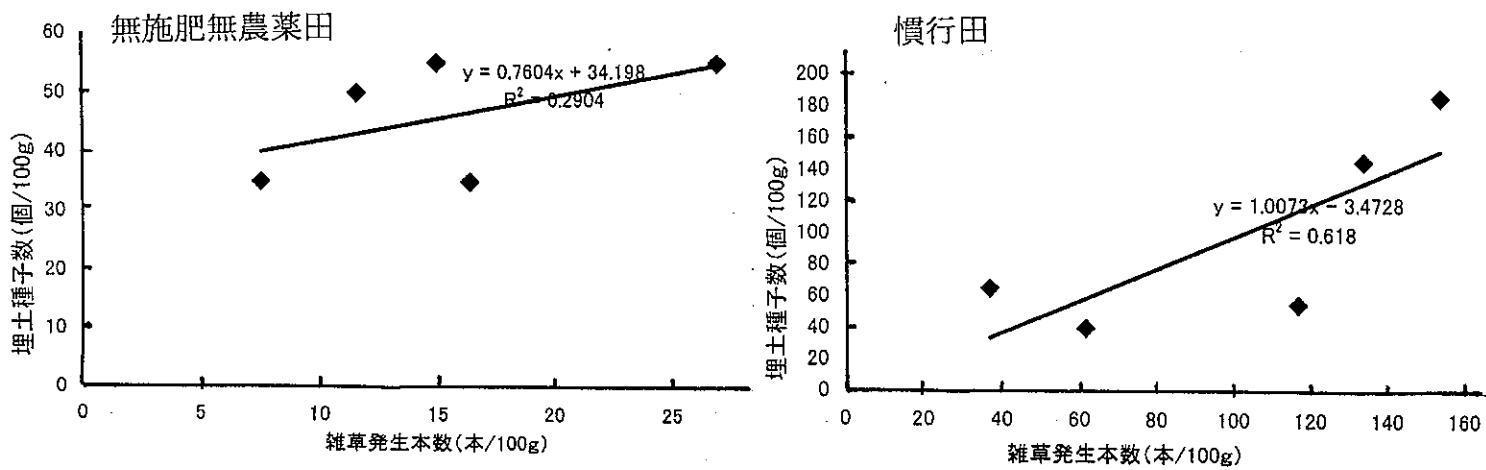
図一1 無施肥無農薬田と慣行田における土壌採取場所



図一2 埋土種子検出（遠心浮上法）の実験手順



図一3 2006年の無施肥無農薬田と慣行田における雑草発生本数と埋土種子数



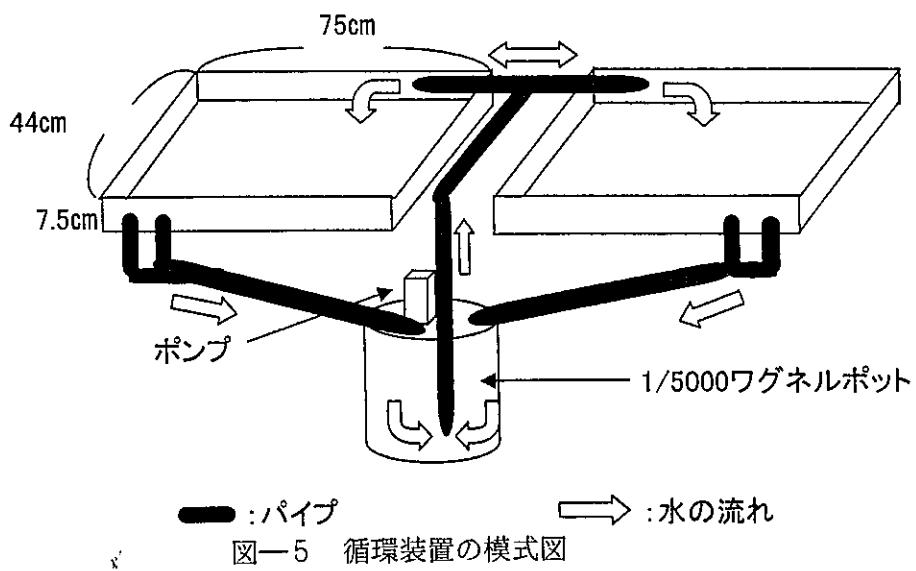


図-5 循環装置の模式図

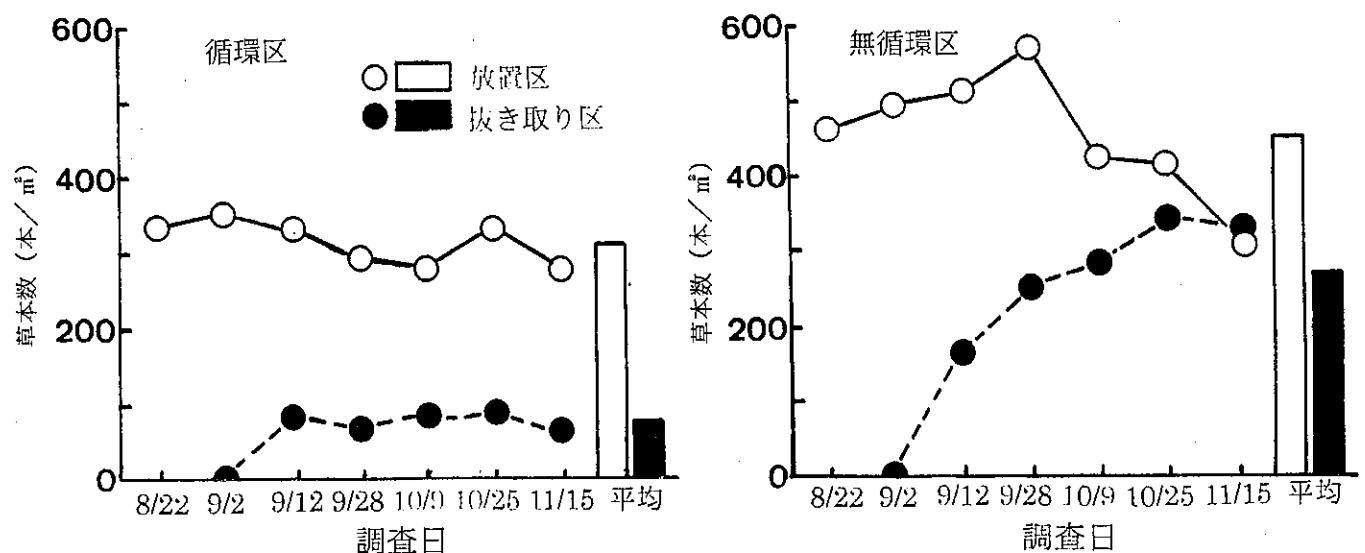


図-6 無施肥無農薬田の土壤における循環区と無循環区の雑草本数の時期的推移

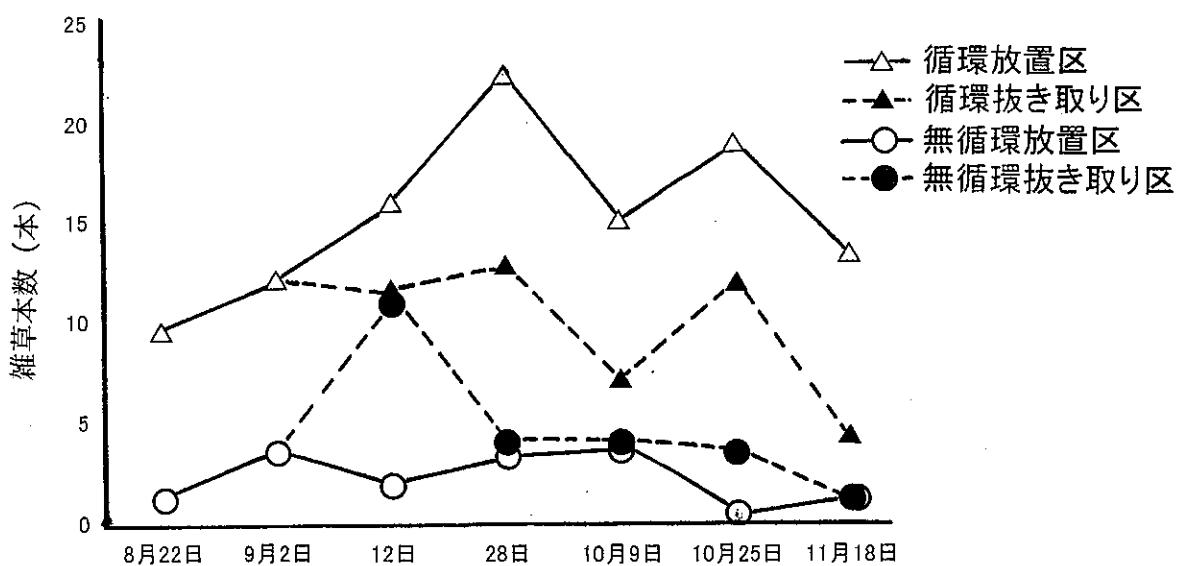
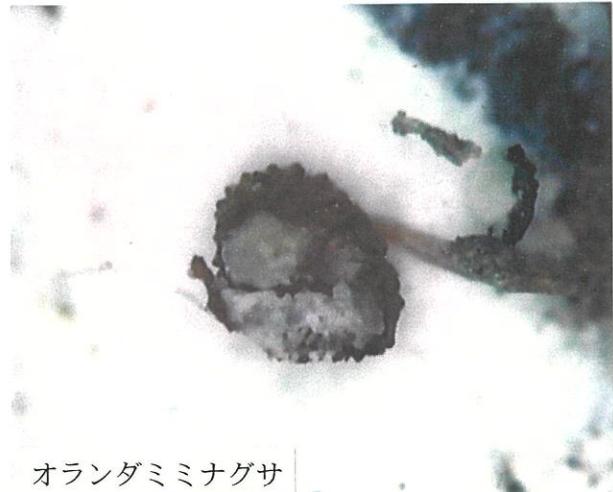


図-7 泥のかぶり具合の時期的推移



キカシグサ

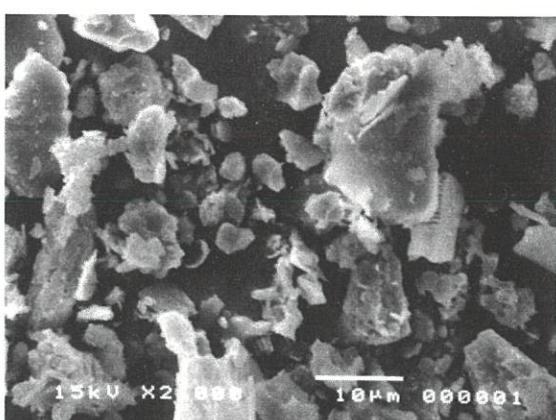


オランダミミナグサ

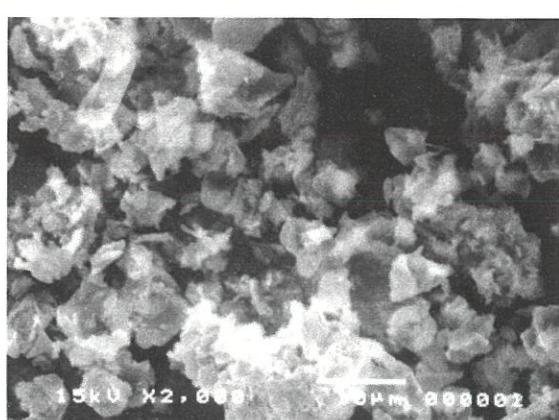
埋土種子の一部



タイヌビエ



栗東無施肥無農薬田



栗東慣行田

走査型電子顕微鏡で見た水田土壤

無施肥無農薬栽培圃場の微生物相

近畿大学農学部 応用生命化学科生物制御化学研究室 森本正則

【目的】昨年度確立された土壤微生物相の簡易分析法を用いて、作物の微生物相を明らかにすることを目的とした。

【材料・方法】畑地の微生物相（キノンプロファイル分析）

土壤と植物が最も影響を及ぼし合う空間が根圏である。ここでは、土壤微生物は、植物から放出（排泄）される物質を授受し、微生物は植物に対して栄養成分の可溶化や可資化、さらには病原菌に対する防御作用を提供しながら共生関係を作っている。その一方で、土壤伝染性病原菌による被害が起るもの、この根圏環境が深く関与している（図 1）。土壤微生物を分析する場合、土壤全体として捉えるのではなく、根圏と非根圏土壤を区別する必要性がある。そこで、植物をふるったときに根に残る土壤を根圏土壤、落ちる土を非根圏土壤として区別した。

供試土壤（20 g）は、クロロホルム：メタノール（2:1, v/v, 80 ml）を抽出溶媒としてバスソニケーターで 15 分間超音波抽出した。抽出物は、遠心エバポレーターで濃縮し、脱脂綿、フィルター（エキクロディスク・アクロ LC 13CR 0.45 μm）の順にろ過し、固体物を取り除いた。つづいて、ヘキサン（20ml）と 1 % CaCl₂、10 % NaCl 水溶液（10 ml）で分配し、ヘキサン相に脂質を抽出した。ヘキサン相は、ヘキサンでコンディショニングした Sep-Pak Plus Silica カートリッジを 2 本連結したものへ負荷した。その後、ジエチルエーテル：ヘキサン（2 : 98）の混合液でメナキノン、ジエチルエーテル：ヘキサン（10 : 90）の混合液でユビキノンをそれぞれ溶出した。各キノン画分は、遠心エバポレーターで濃縮し、メタノール：イソプロピルエーテル 9 : 2 (200 μl) に溶解し、5 μl を HPLC (Shimadzu LC10 A system) 分析を実施した。分析条件は、カラム、逆相 ODS 系（Imtakt Cadenza CD-C18 径 4.6 mm × 100 mm）、移動相、メタノール：イソプロピルエーテル（9 : 2）、流速 1.0 ml/min、温度 40°C を設定した。検出波長はメナキノン 270 nm、ユビキノン 275 nm の吸収波長を用いた。検出された呼吸鎖キノンのデータを、文献を参考にして分析試料中の微生物相を推定した。

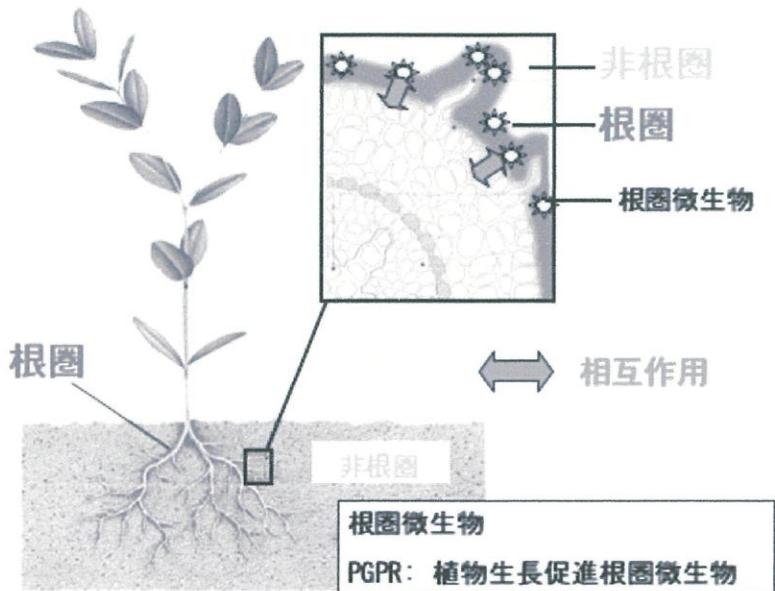


図1 植物と土壤微生物の関係

表1 平成18年度分析土壤一覧

分析番号	圃場位置	経過年数	栽培作物	管理者
1	山科北花山	35	サツマイモ	上田修一
2	山科北花山	35	ネギ	上田修一
3	山科日ノ岡	35	ホウレンソウ	NPO無肥研
4	野洲	11	ミズナ	NPO無肥研
5	野洲	11	ホウレンソウ	NPO無肥研
6	野洲	11	ネギ	NPO無肥研

[結果・考察] 畑地の微生物相（キノンプロファイル分析）

畠地の微生物分析は、微生物の呼吸鎖キノンを指標とする分析法（キノンプロファイル法）を用い表1に示した圃場の微生物相を推定した（図2）。

昨年同様に測定土壤のキノン総量は、有機栽培（コンポスト施用）と比較すると低値を示し、病原微生物も含めて全体的に微生物が少ないことがうかがえる。これは微生物の餌となる有機物などが少ないと起因するのではないかと考えられた。それでも、作物を土壤に植えることで、土壤微生物に植物から栄養分が供給され微生物相が変化する。今回、比較的多く検出された呼吸鎖キノン MK-6 は、好気性のセルロース分解菌 *Cytophaga*, *Flavobacterium* 属に由来すると推察される。これは植物残渣や栄養分の資化に関わると考えられた。一方で、*Bacillus* 属などに代表されるグラム陽性菌には抗生物質を生成するものが多く、有用菌の代表格とされる乳酸菌や有用放線菌群の大半が属している。しか

し、今回放線菌群に由来する MK-9 は検出できなかった。検出されたキノンを持つ微生物には植物生長促進活性菌（PGPR）も含まれるが、その優占種は、セルロース分解菌やタンパク質分解菌など土壤成分の植物の資化性に関わる菌種であった。今回、多くの植物病原菌を含む糸状菌が持つ Q-10 は、検出限界以下であった。

付録：アメリカの食について（在留レポート）

昨年8月よりアメリカミシシッピ州オックスフォード（イギリスのオックスフォードではありません）に1年間の予定で滞在しております。この町は、ミシシッピ大学（ややこしいですがミシシッピ州立大ではありません）を中心とした大学町で、15分あれば車で町の全ての場所に行けるほど小さな町です。こここの住民の多くが大学関係者です。また、大学町ということもあって学生も多く活気があり、近所のメンフィスと比べても格段に治安も良いところです。私は、ミシシッピ大学内国立天然物研究所にあるアメリカ農務省（USDA）の農業研究部門の中にある天然物利用研究ユニットという部署でお世話になっています。ここは、天然成分を人間生活の役に立つもの（例えば、薬とか作物保護、化粧品や衛生など）に利用しようという研究に取り組んでいるところです。

日本において、アメリカの食と聞くと、輸入牛肉問題や柑橘類の残留農薬、遺伝子組み換え穀物と新聞やTVのニュースでよくご存じのことだと思います。当然のことながら、ここアメリカで生活をするということは、アメリカで流通している食材を食べることになります。日本で生活するようにマーケットで食品を買い、調理するわけです。その中で感じたことをつらつらと書いてみることにします。

まず、この町のマーケットで食料品に着目した時の日本との違いは以下のようにたくさんあります。まず、日本人としてつらいのは、まともな魚介類がほとんど手に入らないということでしょう。“郷に入れば郷に従え”と思い切ることが必要でした。このあたりでは、Catfish（ナマズ）とザリガニを好んで食べます。「えっ」と思っていまいませんか？しかし、アメリカで Catfish は、重要な養殖魚です。野菜に関しては、鮮度が良くないものが普通に売られています。モヤシなど特にアメリカ人が料理に使わない野菜については、かなり保存状態が悪いことが多いです。果物も価格は安いのですが、当たり外れが多いのが現状です。また、ブドウやリンゴなど皮ごと食べるようなのですが、このような果物や野菜は洗剤で洗って食べるということも普通にされています（日本ではドラマの中の笑い話のようです）。マカロニサラダやデップのような調理品については、賞味期限3ヶ月もあり、これは本当に食べて大丈夫か？と思ったりもします。賞味期限については多くものもが長く、牛乳や卵、挽肉でも

日本よりもかなり長いと家内も驚いておりました。肉類に関しては、焼くと何故かすごい量の油が出ます。フライパンで調理する時もベーコンを一枚入れておけば油を引かずとも卵などが焼けますし、ハンバーグを作れば焼く時には何度も出てきた油を捨てなければ、フライになってしまいます。

子ども達の食ということから見ると、菓子類は青やらオレンジといった色をしたものが多く、スーパーで売られているケーキ類は我々には甘すぎて食べることが出来ません。小学校の給食についても何度か食べに行きましたが、日本のような栄養素のバランスというものは考えられていないようです。スナック菓子をランチに持ってきて食べる子どもなどもいて、ビックリします。

この様なすごい状況ですが、多くの食料品には No Sugar や Low Fat と記載され、塩類も摂取を控える傾向があり、サプリメントも充実しています。TV コマーシャルでも不眠解消とともにダイエットや減量に関することが多く肥満に対する警戒意識は高いです。ここミシシッピ州は全米で最も肥満比率が高い州であるとともに、リサイクル事業も遅れていることを付け加えておきます。

もちろん、最近日本で見かけるようになった遺伝子組み換え材料を使った時の表示や生産者表示というものはここにはありません（USDA認証品というのもあります）。しかし、オーガニックを好む入たちはいるので、有機栽培品については特定のスーパーに流通しています。しかし、こちらでどのような有機認定制度があるのか知りません。最近では、日本で生鮮食料品の買い物をすると、なんとなく生産者が見えてくるようになってきましたが、ここでは、どこで、どのようにして作られたかがラベルを見ただけではわからないです。一部の果物は輸入元が表示されていますが、多くの野菜や果物はばら売りのシステムでパッケージすらされていません。ここでは多くの消費者は、そのようなことには無関心かとも思うのですが、このあたりは狩猟も盛んなので「野生のシカの肉は牛肉と違ってヘルシーだ。なぜなら、成長ホルモン剤やいろいろな薬が入っていないから」ということを言ったりします。友人のアメリカ人家族は危ない感じがするから牛肉は食べないそうです。

ここアメリカの医療技術は世界最高水準と聞きます。医食同源というものは遠く、予防と言うよりも疾患を修復するという考え方かもしれません。私は1年限定でアメリカ暮らしですが、これが長く続くと大変かも。しかし、日常生活では、多くアメリカ人は、日本人よりもエンジョイしている様に感じます。仕事の On-Off をはっきりさせてストレスを溜めないとという点では、予防医学かもしれません。

長期無施肥栽培がクワの生産構造および無機成分吸収に及ぼす影響

報告者 梁田 光雄

無施肥栽培を長期継続すると施肥栽培している場合と比べて生産構造に差異が生じることが知られている。水稻では無施肥水田において葉部の割合が高く、かつ着葉が草冠上部に多く、株元まで光が達する構造を表わすことが示され（奥村,1988），ダイコンでは地上部/地下部（T/R比）が施肥区の0.97に対して無施肥区では0.29と無施肥区では葉の生長量の割に根の肥大量が大きいことが示されている（水谷,1979）。また水稻の相対生長率とT/R比の変化から無施肥栽培水稻は、生育後期においても老化が緩慢に進み、玄米生産量に直結する出穂後の活性の高い残根量も相対的に多くなることがわかっている（奥村,1988）。一般にクワの生育過程は、前年からの貯蔵養分を消費して生長する展開期と、展開葉が生産した同化物質によって生長する同化期、秋に生長が衰えて枝条や根に養分を貯蔵する貯蔵期、冬から春の萌芽までの休眠および冬眠期の4つの期間に分けることができる。無施肥栽培と施肥栽培を長期間継続すると、前年秋期から蓄積された養分が影響を与える春蚕期は無施肥栽培クワの収量が多く、当年の施肥効果が顕著に現れる晩秋蚕期は施肥栽培クワの収量が多いことが認められた。そこで、施肥・無施肥栽培を長期間継続したクワの生産構造と無機成分吸収の差異を、春蚕期および晩秋蚕期の生育をそれぞれの時期別に比較し、さらに養分吸収に直接関係のあるクワの根の生育と機能について施肥・無施肥栽培クワの差異を検討した。

1. クワの生育と養分吸収

材料と方法

1) 試験圃場および栽培方法

試験圃場は、長野県松本市中山にある桑園で、土壤は火山灰土で酸性である。すなわち、1985年4月に深さ50cmまで埋めこんだスチロールにより圃場を区分し、2.1aを無施肥無農薬栽培区（以下無施肥区と呼ぶ）、2.2aを化学肥料による施肥栽培区（以下施肥区と呼ぶ）とし、春晚秋蚕兼用桑園として比較栽培試験を開始した。1991年にクワ（品種：いちのせ）を畝間120cm、株間80cmの栽植間隔で改植した。

収穫法は春蚕期には条桑収穫、晩秋蚕期には頂部4～5葉を残した摘葉収穫とした。施肥区への施肥量は、年間10a当たりN、P、Kをそれぞれ30kg、20kg、20kgとし、春と夏に半量ずつ表面施肥した後、攪拌した。無施肥区へは、何も施さないが施肥区への施肥と同時に、土壤表面を攪拌した。なお、両区とも年に3～5回除草し、また落葉も圃場外へ除いた。

2) 生長および生産構造の調査法

調査は2002および2003年に行った。無施肥区および施肥区からそれぞれ平均的に生育している5株を選び、春蚕期には、クワの生長の指標である新梢長および展開葉数を、晩秋蚕期には、同じく条長および展開葉数を、それぞれ10～20日おきに測定した。それらの測定は株頭から条の最頂部までを3層に分けて行なった。同時に層別に春蚕期には古条、新梢および葉身、晩秋蚕期には条および葉身、それぞれの乾物重ならびに葉面積、およびN、PおよびKの含有率を測定した。

結果と考察

1) 春蚕期(10月～7月)

春蚕期の生育を新梢長の推移（図1）でみると、5月中旬から6月中旬の収穫期まで、株当たりの新梢長は施肥区が無施肥区よりも30%ほど長かった。その差は中下層部の生長の差によるもので、上層部では施肥・無施肥区間に生育の差はみられなかった。また無施肥区では6月の生育はほとんど上位部にしかみられなかつた。

部位別乾物重の推移（図2）をみると、蓄積された養分で展開するといわれる5月初めまでは両区ともほとんど差異が見られなかつたが、5月中旬に施肥区の乾物重が増加をはじめ、無施肥区の増加はやや遅れてはじまつた。乾物重の中で、非同化器官である枝条部乾物重は施肥区が無施肥区よりも20%ほど大きかつたが、同化器官であり収穫物でもある葉身の乾物重は無施肥区が施肥区よりも30%ほど大きかつた。

葉身乾物重の推移を層位別（図3）にみると、中・下層部では施肥区は6月中旬まで増加を続けるものの無施肥区は6月初旬ごろに増加がとまつてゐた。上層部では、5月末から6月初めにかけて無施肥区の増加量が施肥区よりも大きくなり、その差が収穫期まで続いていた。これは無施肥区では施肥区よりも早い時期に中層以下の層で純同化がとまり、上層部のみでしか純同化がみられなかつたからではないかと思われた。また施肥窒素の効果が5月中旬以降に顕著に現れるというこれまでの報告とも合致している。

一般に窒素は葉の生成、リン酸およびカリウムは枝条、根の発育ないし充実に関与するといわれている。植物体全体の窒素含量（図5）では、前年からの貯蔵養分を多く利用する春蚕期には無施肥区が施肥区の104%であった。枝条部の窒素含量は施肥区が無施肥区よりも多かつたが、葉身部、特に上層部の窒素含量は無施肥区が施肥区よりも多かつた。6月初旬以降に無施肥区の窒素含量が施肥区のそれと差がなく増加するのは、6月以降の温度上昇にともなつて、無施肥区においても土壤からの窒素養分が利用可能となつたからではないかと思われた。リンの含有量（図6）は、無施肥区が6月初旬に急激に増加した後、葉身部ではそのまま増加を続けるものの枝条部では減少した。それに対し施肥区では6月初旬まで含有量に変化はみられなかつたが、6月中旬に葉身部、特に上層の葉身部で急激な増加がみられた。

春蚕期のクワの生長量は、部位と層位によって異なり、部位別にみると枝条部では施肥区が、葉身部では無施肥区が大きくなり、層位別にみると中下層部では施肥区が、上層部では無施肥区が大きくなる傾向がみられた。頂部優勢で先に生育した上層部が光合成産物をさらに上部へ分配し、上層部が先に茂ることで、中層以下の光合成活動を制限したことと、下層部での光合成産物が株や根に多く分配され、葉の生育に利用されにくかつたこと、さらに上層で呼吸のロスが少なかつたことなどが、無施肥区で上層のみが生長した理由として考えられた。

2 晩秋蚕期(7月～10月)

夏切後のクワは生育初期には貯蔵物質を使って生育しているとされているものの、8月に入ってから夏肥由来窒素が多く認められ、晩秋蚕期の最終収穫物中には春から秋までの当年に吸収した養分が大きく影響をおよぼしているといわれている。

夏切後のクワの生長を条長の推移（図7）でみると、8月中旬まで施肥区と無施肥区との間には差異が認められないが、8月下旬以降に施肥区が無施肥区よりも大きくなる傾向が認められた。展開葉数の増加が止まる時期は、下層、中層、上層部のそれぞれにおいて施肥区は無施肥区よりも1か月ほど遅かった。これらより夏切前の貯蔵物質には無施肥・施肥の両区間に差があまりなく、晩秋蚕期の後期に吸収する養分量に差があることが推察された。

乾物重の推移では、9月初旬以降に施肥区の乾物重が無施肥区よりも大きくなっていた。葉身乾物重を層位別（図8）にみると、下層部で施肥区が重く、中層部では施肥・無施肥の処理区間に差はみられず、上層部では無施肥区が重くなる傾向があった。上位葉の同化産物は先端部の茎葉への分配率が高いとされており、上層部の葉面積（図9）に差異が認められなかつたことが、9月初旬まで無施肥区と施肥区の乾物重に大きな差がみられなかつたことと関連しているものと思われた。また9月初旬以降の層別の葉面積は、無施肥区では上層部が中下層部よりも顕著に大きいのに対して、施肥区では上層部と中層部との間に差異がみられなかつた。土壤からの利用可能養分量の少ない無施肥区では日射エネルギー利用効率を高めるためにも上層部を大きく拡大するように構造を変えた可能性も考えられた。

植物体全体の窒素含量（図10）では、収穫当年に吸収した養分を主に利用する晩秋蚕期では無施肥区が施肥区の90%であった。葉身部の窒素含量を層位別にみると、中下層部では施肥区が26%多くなっていたが、上層部では無施肥区が9%多くなっていた。なお両処理区の葉身乾物重および葉身窒素含有量の推移から、両区とも生育後期まで土壤から生育に必要な窒素量が供給されていることが推察された。

晩秋蚕期のリン含有量の推移（図11）をみると、施肥区では8月初旬に含有量が増加し、その後9月中旬に葉身部と枝条部とともに急激に増加した。無施肥区は9月初旬まで葉身部で徐々にリン含有量を増加したが、9月中旬には上中層の葉身部の含有量がやや減少し、枝条部の含有量が増加した。カリウム含有量（図12）は、施肥区ではおおむね窒素含有量と同様の推移をしたが、無施肥区では8月中旬に枝条部も葉身部も急激に含有量を増加したのち9月中旬まで徐々に含有量を減少させた。特に9月中旬には上層部の葉身部でも無施肥区は含有量を減少させていた。

葉面積の推移から、無施肥区の中層以下の層は8月中旬までに同化器官である葉身の拡大生長をほぼ終えているようにみることができる。一般に夏切クワの生育後期における中下位葉での純同化量の減少は葉の老化が早く見られるためであるとされているが、無施肥区の場合、比葉面積（SLA）は各層で無施肥区が小さく、葉が充実していることを示していたことから、無施肥区では8月後半以降、葉の老化もさることながら、葉の拡大から葉の充実へと吸収養分の利用方向を変えたとも考えられる。つまり無施肥区においては、生育前半に吸収した養分は生長に利用され、生育後半に吸収した養分は葉身の充実と株や根の貯蔵養分として利用されるというように養分の分配方法が時期により異なっているとも考えられる。このことは無施肥区で窒素の葉身含

2 クワ根各部の生育とその機能

長期間無施肥でクワを栽培しても一定の収量が保たれることは、クワの生育のための養分が吸収されていることを示すものである。したがって、無施肥の環境では十二分に施肥された環境のクワ根に比べ、根の形態や機能が養水分の吸収に関して異なることが予想される。そこでポット栽培のクワ根を用い、各部の発育状況とクワ根の呼吸能、養水分吸収能を、施肥クワと無施肥クワについて比較した。

材料および方法

1/2000aの植木鉢に1年生の挿木苗（品種：一ノ瀬）を1990年に1本植付け、1条仕立て生育させた。施肥は鉢当たりN, P, Kそれぞれ2.0g, 1.5g, 2.0gを4月と7月の2回にわけて行った。無施肥区はN, P, Kを0とした。供試材料のクワ根は植付後4年間生育させたものを各区2個体ずつ用い、1993年9月に鉢から掘り出し、主・側・細根の各部に分解し、その生・乾重を測定した。なお直径2mm以下の根を細根とした。

養分吸収能は、養分吸収に最も関連の深い細根についてトリフェニルテトラゾリウムクロライド(TTC)法を用いて測定した。

結果および考察

総根乾物重は、施肥区が 176 g 株^{-1} であったのに対して、無施肥区では 89 g 株^{-1} となり、無施肥区は施肥区の50%であった。しかしながら、根の各部重量割合について、試験区間の特徴を比較すると、細根量の割合が大きく異なっていた。図13に示すとおり、生重・乾重ともに無施肥区は施肥区の約1.8倍にもなっている。すなわち肥料の少ない環境におかれると、広範囲から養分を吸収しようとして吸収に関与の深い細根の割合を増したものと考えられる。

次に、細根の養分吸収能は表1に示す通り、施肥区を100とした場合、無施肥区では176と大きかった。この場合、直接呼吸に関係のあるコハク酸脱水素酵素の活性度を測っていることから、養水分吸収能の増加は、細胞の浸透圧変化によるのではなく、根の呼吸が関与する積極的吸収による可能性が大きいと考えられる。

養分が少ない環境におかれれば、植物はそれに適応して、細根量の増加のみならず、その単位当たり能力を向上させ、独特の生育を保持しようとしていることが示唆された。

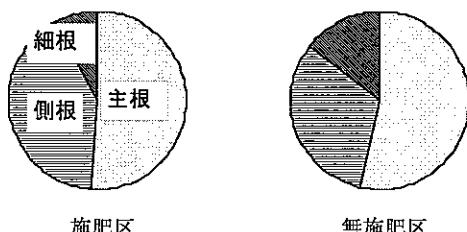


図13 クワ根乾物重量の部位別割合

4年間ポット栽培した施肥および無施肥栽培したクワの根を主根・側根・細根に区分し、それぞれの重量割合を表示した。各区2個体の平均を示した。

表1 細根の養水分吸収能

試験区	フォルマザン吸光度
施肥区	0.17(100)
無施肥区	0.30(176)

ポット栽培したクワから細根を採取し、TTC法で抽出したフォルマザンを470nmで比色した。（）内は施肥区を100とした時の指数。

