

農業と科学

CHISSO-ASAHI FERTILIZER CO LTD

1985
12

イチゴの連作障害と

施肥をめぐって

奈良県農業試験場
主任 研究員

木村 雅行

はじめに

7,000haをこえるハウスイチゴも、いわゆる連作障害による低収化で悩むケースが少なくない。連作障害は、ウイルス病やイオウ病のような重要病害によるものと、土壤肥料要因によるものに大別される。ここでは、とくに後者についてその実態を探りつつ、ハウスイチゴの土壤管理と施肥を一考してみたい。

〈新人が最高のイチゴを作る〉とよくいわれる。つまり、処女地(水田土壌が多い)での生育はまことにのびやかで、葉は光沢のある若竹色をしており肉厚が大きく、いかにも豊富な感じがする。果梗も太く逞しく上を向く。根の活力をあらわす溢液(葉緑のツユの吹きだし)も多い。反収は、僅かの施肥だけで3t以上を得るのがむずかしくない——それが3~4年で2tが精一杯と低収化※1)してゆくのである。

第1図は、処女地などにみられる多収型と連作障害型の生育パターンをくらべたものである。連作障害型では葉が暗緑色で肉薄・小型化し、果梗は弱々しく下を向く。ツユの吹きだしも早くから止まり、なかには枯死する株もでる。

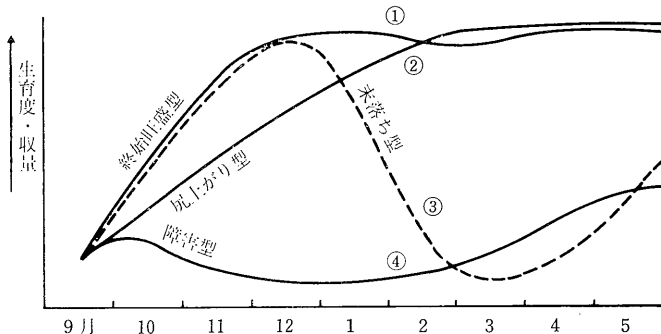
つぎに、このような〈連作→低収化土壌〉の一般の特徴をみてみよう。近代農業技術の落し子、といえそうな部分もあり、大いに反省させられる。

1. 連作低収化土壌の特徴

連作土壌では、つぎのような現象が複相したかたちで

※1) 連作でも低収化しない例ももちろんあるが。

第1図 多収型①②と連作低収型③④の生育パターン



よく観察され、いずれもがデリケートなイチゴの根に障害を与えている。

1) 塩基バランスの崩れ

石灰に比して苦土が多すぎること、それにカリ過多が目立つ。促成栽培では、ビニル被覆期が約10カ月と長く、肥料成分の逃亡が少ないにもかかわらず、各種の土

本号の内容

- § イチゴの連作障害と
施肥をめぐって……………(1)
奈良県農業試験場 木村 雅行
主任 研究員
- § マイクロコンピューターに乗った肥料……………(6)
編集部
- § '85年本誌既刊総目次……………(7)

壤改良剤が多連用されるのは、いわば習慣的施用とでもいうべきか。一作ごとに石灰類を散く光景を随所にみる。

カリ過多は、家畜糞の多投によることが多い。畜産廃棄物として安価（ときに無料）なために、また「腐植を増やす」という誤った認識も手伝って、成分含量を度外視して多連用されることが珍しくなかった。ワラなど植物繊維が十分に入った畜産廃棄物はあまり無い。

塩基バランスの崩れは、後述5)の要素と関連して、下層土に顕著となる。

2) アルカリ化

塩基バランスの崩れとともに、pH7を大幅にこえるアルカリ化をみる。イチゴの好適酸度はpH6前後とされるから、相当の不適条件であろう。石灰類の他にアルカリ肥料の多連用も問題である。また、土壤消毒の意味で用いられることもある石灰チッソも、ときには要注意ということになる。

3) 塩類集積

多収追求は多肥で、という栽培心理も塩類集積を強める。肥料濃度障害が発生する多肥限界は、土性・緩衝能・施肥法や肥料の種類などで大差はあるものの、反当成分で100kgものチッソ施用する例すら存在する(30kg後がふつう)。何らかの理由で生育がすぐれぬとき、まず肥切れを考えるという栽培心理。塩類濃度障害で生育不良をきたしているのに、さらに追肥してみるという笑えぬ例すらある。

イチゴに対する好適土壤溶液濃度は、「ビールの水割り」とでもたとえられるほど薄い。大まかには、EC

0.2以下で、乾土100g当りの硝酸態チッソは2~3mg程度が良いとされる。

4) 腐植含量の低下

高温条件におかれるハウス土壤では、イチゴ作付の有無によらず、腐植分解が早い。真正腐植含量を現状維持するには、稲ワラ換算で年間1,000kg/10aほどの植物繊維投入を要するという。現実には、ハウスによっては腐植含量が2%台に低下しており、「腐植含量低下→緩衝能低下→肥料濃度の過不足変動が大」となるパターンが、ここに記す他の要因とも関連して生育不良をまねく。3%台の腐植含量は欲しいもので、連作ながら完熟堆肥の多連用によって5%台の腐植含量に達し、反収7tの多収をあげる事例も知られる。

ただし、腐植の極く少ない砂土でも、施肥・灌水しないで高収を得ている例もある(後述)。

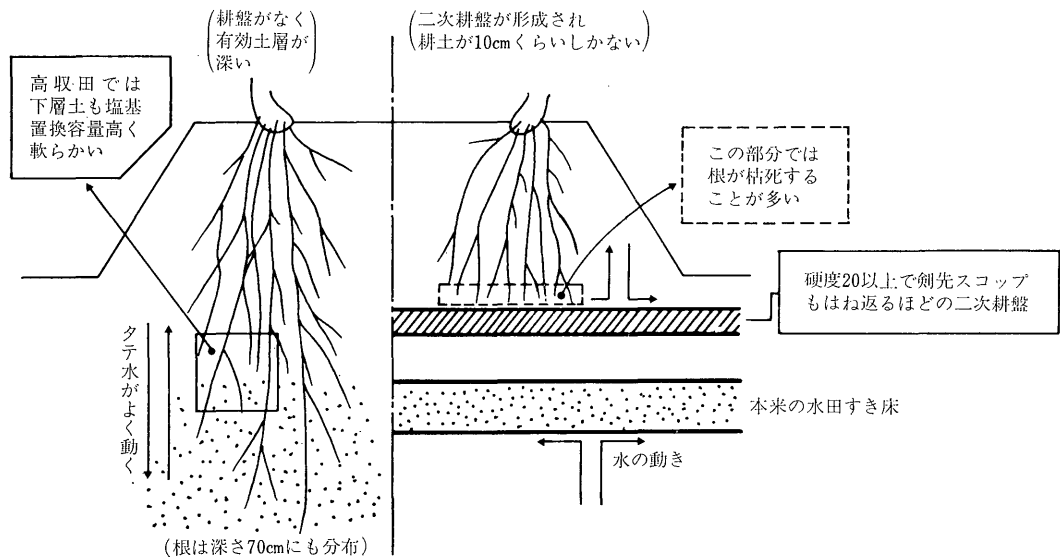
5) 耕土浅化と硬い耕盤層形成

第2図は、水田での連作ハウスによくみられる土壤断面の模式である(右側)。これは、ロータリ耕の反覆で10cmほどの深さに硬い耕盤層が形成されることを示したもので、耕盤の硬度は20以上、剣先スコップすら入りにくい。イチゴの根はむろん貫入不能で、左側の数10cmまで根が伸びる条件とは対照的である。

硬い耕盤形成と水の動態の関係も、根の生育に重大な影響を与える。硬い耕盤の存在で水のタテ移動がなくなり、滞水による酸欠→根の障害がおこるからだ。あたかも底に孔の無い植木鉢に似た状態といえよう。

耕盤層には塩類集積もおこりやすいうえ、作土が浅いので多肥の影響もやすい。連作でも多収維持している

第2図 連作ハウス土壤にみられる土壤断面(右側)



例では、耕耘法の工夫や有機物施用によって、土壌断面が左図にちかひものが多く、また天与の土壌条件に恵まれている例もある※2)。浅根性とされるイチゴも、好条件ならば数10cm～1mの深さまで根が伸びることは存外知られていない。

いずれにしても、作業効率を重視して発達してきたわが国のロータリ耕も、以上のような耕土浅化と硬い耕盤形成が顕在化した結果、いよいよ転換期に至ったようである。なお、ロータリ耕に加えて、管理・収穫のために畦間を数えきれぬほど往復して踏固めることも土壌断面を劣化させると考えられる。

6) 収穫終了後の茎葉撤出

病害回避のためにハウス外に撤出、焼却される茎葉。これによる土壌成分ロスも連作土壌を劣化させる一因である。イチゴの養分吸収量は、第1表のように試算され、多収なほど茎葉撤出による土壌成分ロスが増える。実際に、宝交早生と麗紅を同じハウスで栽培し、その跡にソルゴーを播くとこのことが明瞭にわかる。強勢、多収な麗紅の跡では、ソルゴーの生育が格段に悪いのである。

茎葉撤出が3～4年つづき、そこに人為的な施肥や土

壤改良剤投入がなされると、成分のロスとアンバランス化で、処女地は当初とすっかり異なる成分構成(しかも可吸態部分について)となる図式が成立しよう。これが1)～5)の要素ともからみ合ってイチゴの生育を阻害することになりはしないであろうか。

病害回避には、茎葉還元した後、7～8月にハウス密封をして太陽熱処理をすれば万全なのである。果実だけの撤出ならば、水と炭水化物が主体であるから、土壌成分のロスはしれている。

これまで、イチゴの連作低収化ハウス土壌でよくみられる特徴をいくつか述べた。第3図は、その内容を概括するかたちで要因関連を示したものである。この図からも土壌管理や施肥の望ましいあり方が浮きぼりにされるが、もう少し生産現場の実状に沿ってポイントに立ち入ってみたい。現場の実状は多様であり、機械的、画一的な対策ではかえって徒らな混乱をまねくことすらある。一例として深耕を挙げてよいであろう。土質とマッチした深耕法が必要であるし、深耕にともなう土壌条件や水の動態変化を考慮に入れた基本管理をしなければ、かえって生育不良をみるのが少なくない。

第1表 野菜の養分吸収量(1) (旧東海近畿農試)

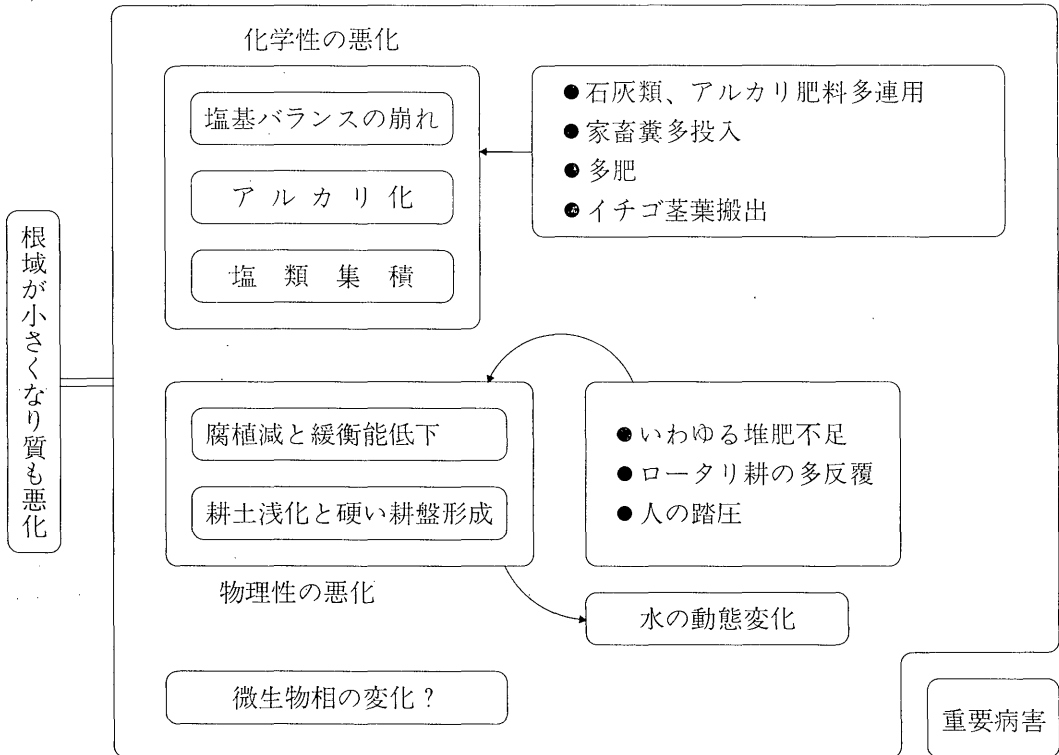
野菜名	収量 (kg/a)	成分吸収量 (kg/a)					
		窒素	リン酸	カリ	カルシウム	マグネシウム	
葉根菜	キャベツ	475	1.95	0.56	2.34	1.49	0.31
	ハクサイ	555	2.36	0.80	2.53	1.26	0.28
	レタス	491	2.16	0.43	4.08	0.73	0.33
	タマネギ	462	0.89	0.35	1.24	0.54	0.15
	ダイコン	549	1.28	0.50	1.70	0.57	0.11
果菜	トマト	932	2.56	0.67	4.73	2.05	0.46
	キュウリ	834	1.98	0.71	3.36	2.90	0.63
	ナス	504	1.64	0.42	2.55	0.61	0.23
	ピーマン	299	1.75	0.34	2.20	0.75	0.27
	イチゴ	322	1.01	0.46	1.30	—	—
野菜総平均	—	1.75	0.52	2.62	1.21	0.31	

収量100kg当たりの吸収量(2)

野菜名	窒素	リン酸	カリ	カルシウム	マグネシウム
トマト	0.27	0.07	0.51	0.22	0.05
キュウリ	0.24	0.09	0.40	0.35	0.08
ナス	0.33	0.08	0.51	0.12	0.05
イチゴ	0.31	0.14	0.40	—	—

※2) 海成砂土の深く堆積したカリフォルニアのイチゴ地帯など

第3図 イチゴの連作障害要因関連図



2. 土壌管理について

ここでは、根域(耕土)の量と質の両面をおさえるとともに、イチゴではとくに水の存在を重視してかかる必要がある。

1) 根域の大きさと質

<根がどれほど深く広く張っているか>が生育・収量を左右する。<ビールの水割りのような>薄い肥料濃度を好み、しかも反収が7~8t.となると50~60kgのチッソを要するから、根域の大きさが如何に大切かが解る。前述のように、好条件の根は1mの深さにも伸びてゆく。

①根域の拡大

●深耕……硬い耕盤を破砕し耕土量を増やす。土質によって深耕法を使いわけの必要があり、深耕ロータリは重粘土に適しにくい。深耕にもかかわらず不透水層が形成されるからである。水はタテ移動がスムーズでなければならぬ。

ただし、深耕の結果として乾燥しやすくなるので、灌水操作には従前と異なる感覚が要る。また、表層に下層の不良土壌が不均一に出現してくるので、これを十分に攪拌・混合しないと生育阻害要因となる。この点、深耕時期も関係し、たとえば太陽熱処理前※3)に深耕して有機物投入できれば、土はよくこなれる。

機械による深耕のほか、禾本科植物の作付による深耕効果も捨てたものではない。深根性の根が腐熟した跡の小孔が透水性を高めるからで、有機物供給の意味もある。

●作畦法……深耕には一定の限界があり、これを補うのが作畦といえよう。できるだけ高く大きな畦を立てるよう、専用ウネ立て機も普及しつつある。根域の大きさからすると、八型よりも一型がよい。高畦にすると、収穫作業もやや楽になる副次効果がある。

② 根域土壌の質の改善

●塩類や塩基バランスの崩れ肯定……深耕だけでもかなりの効果がみられる。タテ水排水および希釈のためであるが(土量が増えるから)、さらに「クリーニングクロープ」としてソルゴーやスティートコーンを作付して過剰成分の強制搬出を計ることもできる。

肥料の種類や土壌改良剤については、特に注意する。

●腐植緩衝能の増強……完熟した植物繊維の供給が主眼であるが、しばしば未熟木質堆肥などの施用害も生ずる。イチゴにチッソ飢餓や過乾を与えるからである。未熟有機物は、太陽熱処理前に投入すると極めて速やかに

※3) 7~8月にハウスを密閉して地温を高め、土壌病害虫・雑草種子を死滅させる方法、近年の農業技術で大ヒットのひとつ。

分解が進むし、有機物分解にともなう酸欠状態の強まりが殺菌効果をも高めるので、一石二鳥の投入法となる。完熟堆肥の大量施用は、多労を要するなど実施しにくいですが、この方法ならばかなり容易で、イネ・ムギワラ、作物残渣、未熟木質堆肥など広範囲の素材を投入できる。

植物繊維のほか、良質の鉱質資材も緩衝能増強に有効であろう。

●作付体系や微生物相など……連作でも、イチゴの単連作と、イチゴ(メロン・トマト・ナス・スイートコーン・マメ類など)を組合せたかたちでの連作がみられる。両者の選択は、主に経営的判断によることが多いけれども、土壌管理面での評価も必要と考えられる。今のところその評価尺度は明らかでないが、微生物相の変化などひとつの着眼点であろう。

イチゴの根にはミコリザ(根菌)が存在し、養分代謝に関与しているらしい。作付体系による微生物相の変化がミコリザとどう関係するのか、一方ではイチゴの養液栽培も試みられている折から、興味のもたれるところである。〈処女地では良く育つ〉という事実も、前述の連作障害要因不在という理由以外に、あるいはこうした微生物要素があるのかも知れない。

③とくに水の存在について

根域土壌の量と質とともに、イチゴはその発根生態から、とくに水の存在が生育収量と密接に関連する。養分吸収について、コンスタントに薄い肥料成分を供給するための水はもちろんであるが、クラウン部から生ずる一次根の発達に水が欠かせない。クラウン周辺が常に保湿されて一次根が連続発生することが多収要素なのである。詳細を省くが、イチゴの多収追求には、土壌改善と施肥に加えて、他作物とはかなり異なる水管理がともなわなければならない。

3. 施肥について

根域土壌の不完全さをカバーするのも施肥技術のひとつである。理想土壌ならばラフな施肥でも生育は安定するが、現実には土がそれほど良くはない。

イチゴの要素吸収量と施肥倍率は、第2表に試算されており、7~8tの高収となれば反当50~60kgのチッソが施用される。これほどの量を極く薄い濃度でコンスタントに吸わせるための肥料の種類と施用法が問われるわけ

第2表 イチゴの要素の吸収量と施肥倍率試算(本多)

果 実 収 量	吸 収 量 (kg/10a)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
2t/10a	12	4	13
3	18	6	20
4	24	8	26
5	30	10	35
施 肥 倍 率	×1	×3(5)*	×0.9

*ハウスではふつう3、火山灰土や処女地は5とする

である。

1) 肥料の種類

●緩効性肥料をもとめる……水分溶出性と地温溶出性の安定した緩効性肥料がイチゴの本性によくマッチする。腐植の極く少ない砂土条件で、反当6~7tの高収をコーティング肥料の使用で安定確保しているのはこの実証といえよう。ただし、根域が広く深く、灌水が綿密になされていることも附記せねばなるまい。

多労品目のイチゴでは、緩効性肥料を用いることによって、基肥のウエイトを大きくできるのも利点である。速効性肥料との併用も色々工夫されるところである。

●有機質肥料……食味品質が重視されるなかで、各種の有機質肥料がさらに多用されるであろう。自給型も含まれる。また、微生物利用資材もそのひとつとみたい。

2) 施肥法

基肥中心となるなかで、全面全層施用の是非が問われよう。施肥ロスが多いのと、根域における肥料濃度が均一(厳密には不均一だが)であることが問題と思われる。もし濃度過剰なばあい、根の逃げ場がない。これに対し、部分施用(スポット施肥)ならば減肥できるし、根は自らの最適濃度部位を求めて旺盛に伸びてゆく。

土の健全維持のためには、根域外のところへ余計なものを投入しないほうがよい。スポット施用では減肥するかわり、より良質の肥料を使えることにもなる。農家経営からも、減薬減肥の流れが強まっている。

なお、緩効性肥料を追肥として用いるケースも成立する。8カ月もの長期を、基肥のみでは無理が生じるので、スポット施用による追肥が検討されるであろう。

11月号伊藤守夫様の3頁表-3のスキK濃度が誤っていましたので
下記のように訂正いたします。

処理	ス キ					ヒ ノ キ				
	N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg
A	0.97	0.16	1.09	0.86	0.11	1.05	0.10	0.93	0.61	0.10
B	0.80	0.26	1.05	0.93	0.13	0.76	0.22	0.93	0.71	0.09
C	0.78	0.19	1.09	0.94	0.13	0.78	0.17	0.95	0.61	0.12
D	0.81	0.28	1.27	0.90	0.11	0.76	0.25	0.89	0.77	0.14

マイクロコンピューターに乗った肥料

チッソ旭肥料(株)のロング、ハイコントロール、LP、マイスターはマイクロコンピューター(以下マイコン)で、その肥料成分の溶出が予測出来ると知り、筆者はまったく不勉強で驚いたしたいです。そこで種々勉強させてもらった結果次のようなマイコンの資料利用が出来ることが分かりました。使用現場の月別地温又は気温が分かれば、何カ月でどの程度の成分溶出が予測出来るのかを示すのが次の事例です。このような肥料は日本の肥料業界は無論、世界でも初めての事だと思います。(読者の諸先生方は充分御存知と思いますが)多に利用してみてください。今回は事例として非農業部門に最も多く利用されているハイコントロールについて紹介させていただきます。

例：ハイコントロールA180の現場応用

ハイコントロールA180は土壤温度25°Cで180日間かかって成分N(P₂O₅・K₂O)が80%溶出するタイプです。然し現場によって温度の高低があります。そこで関東のG県I K. カントリークラブの月平均温度をとり、施肥時期により、何日間位でハイコントロールの成分が80%溶出するかをマイコンで算出した事例が次の図です。

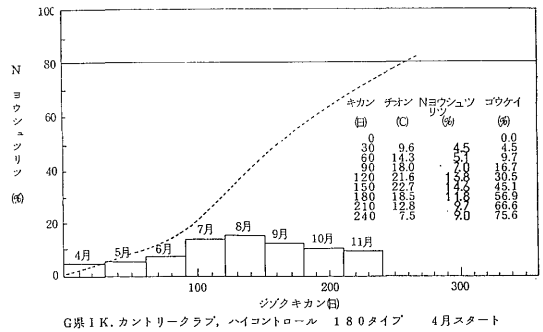
* G県I K. カントリークラブの例

図表1 4月施肥、(240日間で約80%の成分溶出)即ち240日間の肥効持続があります。

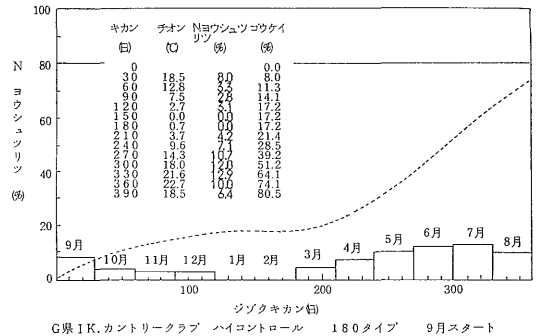
図表2 9月施肥、(390日で約80%の成分溶出)即ち390日間の肥効持続があります。

以上は芝生管理条件により地温が多少異なりますから約±10%の溶出幅をみて下さい。

図表 1



図表 2



(注)……希望者は月別地温(又は気温)、施肥時期の連絡をいただければ、施肥時期から何日間の持続性があるか、マイコン資料の提供が出来ます。又上の資料のない方は場所と施肥時期を連絡いただければ、気象庁の資料から標高温度修正をして資料提供が出来るとの事です。

'85年本誌既刊総目次

<1月号>

§ 新しい農業動向に対応した

新しい商品と情報を

チッソ旭肥料株式会社 柴 田 観
常務取締役・技術部長

§ サクラの根系の

病気とその治療法

農林水産省林業試験場 林 康 夫
北海道支場保護部長

§ 食糧基地としての

北海道農業の課題と技術開発

北海道立中央農業試験場 岩 淵 晴 郎
技術連絡室長

<2月号>

§ 野菜工場の現状と

今後の展望

(株)海洋牧場中央研究所所長 吉 野 実
農 学 博 士

§ 野菜の栽培条件とビタミンC含量

(その1) トマトにおける栽培条件と

果実のビタミンC含量

筑波大学農林学系 篠 原 温

§ 水稲(コシヒカリ)の早期栽培における

L Pコート(くみあい被覆尿素)の肥効

宮崎県総合農業試験場 牧 慧
化学部土壌肥料科主任研究員

<3月号>

§ 温州ミカンに対する

被覆燐硝安加里(ロング)の施用効果

熊本県果樹試験場 岩 本 数 人
化 学 部 長

§ 農業所得はかなり回復

—59年度農業観測修正見通し—

農林水産大臣官房調査課 田 村 修 一

§ 芝生管理の問題点

日本グリーンキーパーズ協会 潮 田 常 三
技 術 顧 問

<4月号>

§ 福井県の野菜について

福井県立短期大学 森 義 夫

§ 野菜の栽培条件とビタミンC含量

(その2) ピーマン・イチゴにおける

栽培条件と果実のビタミンC含量

筑波大学農林学系 篠 原 温

§ 西欧におけるガーベラ生産の現状

東京都農業試験場 浜 田 豊

<5月号>

§ 水稲に対する

L P複合の肥効特性(1)

鹿児島県農業試験場 宇 田 川 義 夫
土 壤 肥 料 部

§ 切花用ガーベラの栽培法

東京都農業試験場 浜 田 豊

§ てん菜の

糖分向上と肥培管理(1)

北海道立天北農業試験場 西 宗 昭
土 壤 肥 料 科 長

<6月号>

§ 水稲に対する

L P複合の肥効特性(2)

鹿児島県農業試験場 宇 田 川 義 夫
土 壤 肥 料 部

§ 芝生管理の問題点

日本グリーンキーパーズ協会 潮 田 常 三
技 術 顧 問 問

<10月号>

§ 農産物輸入の動向

農林水産大臣官房調査課 田 村 修 一

<7月号>

てん菜の

糖分向上と肥培管理(2)

北海道立天北農業試験場 西 宗 昭
土 壌 肥 料 科 長

§ キュウリの台木としての

アレチウリの特性(2)

千葉県農業試験場 土 岐 知 久
野 菜 研 究 室 長

§ 芝草の病気と防除

日本グリーンキーパーズ協会 潮 田 常 三
技 術 顧 問 問

<11月号>

§ 育林施業への

コーティング肥料の導入について

静岡県林業試験場 伊 藤 守 夫

<8月号>

§ 昭和60年度

農業観測の概要

農林水産大臣官房調査課 田 村 修 一

§ 芝草の病気の防除法各論

日本グリーンキーパーズ協会 潮 田 常 三
技 術 顧 問 問

§ 細粒質強グライ土壌における

硝酸系コーティング肥料の効果

農林水産省北陸農業試験場 伊 藤 滋 吉

<12号>

§ イチゴの連作障害と

施肥をめぐる

奈良県農業試験場 木 村 雅 行
主 任 研 究 員

§ 鉢物用ガーベラの栽培

東京都大島農業試験地 浜 田 豊

<9月号>

§ マイクロコンピューターに乗った肥料

編 集 部

§ いちご栽培と

ロングの利用について

神奈川県園芸試験場 佐 藤 紀 男

§ '85年本誌既刊総目次

§ キュウリの台木としての

アレチウリの特性(1)

千葉県農業試験場 土 岐 知 久
野 菜 研 究 室 長

§ トマトの連続摘心栽培

における肥培管理

千葉県農業試験場 青 木 宏 史
砂地野菜研究室長