

## 培養幼植物体レベルにおける特性検定及び選抜技術の開発

誌名	農業技術
ISSN	03888479
巻/号	473
掲載ページ	p. 134-139
発行年月	1992年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター  
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council  
Secretariat



# 培養幼植物体レベルにおける特性検定及び選抜技術の開発

—植物細胞工学としての体細胞変異選抜法—

豊田 秀吉

## 1. はじめに

植物組織から誘導した培養細胞には、一般に種々の変異が存在する。この特性を利用し、有用な変異のみを選抜することによって、新しい細胞工学技術を展開することが可能となった<sup>1)</sup>。このような細胞選抜法は、当初、除草剤や病原菌毒素に抵抗性を示す変異細胞の選抜に利用され、その後、品質特性にかかわるような形質の改良にも利用されて、植物育種の新しい技術として注目されるようになった。

我が国においても、農林水産省を中心とした地域バイオテクノロジー研究開発事業が進められ、その一環として『培養幼植物体レベルにおける特性検定及び選抜技術の開発』に関する研究がとりあげられた。以来5年間、農林水産省ならびに国公立の研究機関の協力的体制のもと、実用化レベルの研究が進められ、得られた研究成果が本誌(46巻6号~47巻2号)に特集として連載された。個々の研究結果の解説・講評は澤田氏の総説<sup>2)</sup>に譲るが、いずれの場合にも本法の有効性が指摘され、今後の展開が期待された。

本稿では、これらの研究を通じて残された問題点、あるいは新たに同種の研究を始める場合の留意点を解説し、筆者らの研究室でこれまでに得られた若干の選抜結果を交え、細胞選抜技術の問題点や今後の可能性について考察したい。

## 2. 変異細胞の濃縮と選抜

今回の研究プロジェクトでとりあげられた研究対象は、研究が行われた都道府県の実情を反映して材料及選抜目標が多岐にわたるもの、おおむね耐病性、耐寒性もしくは耐暑性、生育特性や食味関連成分の改良などであり、通常の変異選抜の対象をほぼ網羅するものであった。もちろん完全にこれらのテーマを総括することは困難であるが、共通の問題点を分析し今後の

指標を提供することは、これから変異選抜実験を始めようとする研究者の方々にも有益と考え、まずは細胞選抜の最も重要で基礎的な事項について、以下に若干の説明を加えることにした。

変異体を選抜・育成するためには、変異の誘導と誘導した変異細胞の増幅が必須のプロセスとなる。しかしながら、実際の選抜目標には、どのような遺伝的変異が必要とされるのかが明らかでないものがほとんどであり、そのため、カルス組織などに変異誘起処理を施して変異の種類を拡大する場合が多くなる。ところが、実際には選抜すべき変異の遺伝的実体が明らかでないわけで、その誘導効率を正しく評価することはできない。言い換えれば、誘導したい変異細胞を誘導できても、効果的に選抜する方法が確立されていないので、変異誘起処理法の評価と適切な使用がなされていない。

筆者の経験では、変異誘起処理を行うことによって、必要としない変異が誘起されたり、再分化個体が不稔となるケースが多くなった。このような付随するマイナス点を考慮すると、変異誘起処理の使用については議論の分かれるところであり、実際の選抜操作ではむしろ、変異細胞の増幅過程に工夫を加えることのほうがより現実的アプローチといえる。

選抜すべき変異細胞は、それが誘導されたものであるか、元来組織に存在したものであるかにかかわらず、カルス組織ではキメラ状に存在する。それ故、目的とする変異細胞を効果的に選抜するためには、そのような変異細胞を増幅させておくことが変異選抜の主要なプロセスとなる。このような変異細胞の増幅プロセスを、筆者は『変異細胞の濃縮』と呼んでいる。

変異細胞の最も効果的な濃縮法は、培地に選択薬剤を添加し増殖した抵抗性細胞のみを選抜する方法である。しかしながら、実際の選抜対象(多くは病害抵抗性)を考えた場合、この方法は必ずしも一般的に採用できる方法ではない。そこで、最初に紹介する事例としては、薬剤などで選択圧を高めることができない選抜例をとりあげ、工夫次第で変異細胞の濃縮が可能であることを示したい。

Hideyoshi Toyoda: Development of *in vitro* Techniques for Testing and Selecting Specific Character Using Cultured Plantlets. Plant Cell Technology for Isolating Somaclonal Variations. 農業技術 47(3), 1992.

ここでは、筆者らが行ったタバコモザイクウイルス (TMV) 抵抗性の選抜結果<sup>3)</sup>を紹介し、変異細胞濃縮の意味について具体的に解説する。

### (1) TMV 抵抗性選抜

実際に選抜実験を行う場合、誘導すべき変異を想定することから始める。例えば、感受性の宿主植物がウイルスに抵抗性を獲得するためには、

- ①植物側宿主がウイルスの侵入を阻止する。
- ②侵入細胞でのウイルス核酸の複製や蛋白質合成を阻害する。
- ③合成されたウイルスの細胞間移行を阻害する。

などの変異が宿主植物側に誘導されなければならない。このような変異であれば、いずれも結果的にはウイルス抵抗性個体の選抜が可能となるはずである。ただ、ウイルス病の場合は、前にも述べたように、毒素の関与する場面がないので、選択薬剤を加えるなどの方法では選択圧を高めることができない。

そこで、筆者らは、TMV に全身感染したタバコのえき芽からカルスを誘導し、継代培養してもカルス組織でTMVが安定して保持されるカルス系統(CMT-系統)を選抜した<sup>4)</sup>。この系統においては、カルス組織だけでなく、得られた再分化個体でもウイルスの増殖と細胞間移行が活発に行われ、抵抗性変異の濃縮が非常に容易となる。すなわち、CMT-カルスでは、変異が誘導されなければモザイク症状の個体が再生され、培養過程で上記②もしくは③の変異が誘起されれば、継代培養を通じてウイルスの存在しない細胞が増加し、ウイルス抵抗性変異細胞が濃縮されることになる。

このような変異細胞からは健全(モザイク症状の認められない)再生体が得られる。すなわち、CMT-カルスを使用すれば、無病徴の再分化個体を分離するだけで、抵抗性変異体を培養レベルでスクリーニングできる。ただ、選抜をモザイク症状出現の有無に依存するので、その出現が抵抗性変異以外の原因による場合、例えば、選抜した時点が病徴発現以前であった場合や、個体再生した部位のカルス組織にたまたまウイルスが存在せず単にウイルスフリー個体を選抜した場合などでも、無病徴個体が出現し、それが誤選抜される可能性もある。

そこで、検定段階ではこれらの可能性をチェックし、誤選抜個体を除外する。最初の可能性を検定するためには、再生個体を一定期間生育させるだけでよい。誤

選抜であればすみやかに発病するし、さらに後者の場合にはウイルスを再接種すれば病徴が出現する。

このような方法で、約1,500の再分化個体から最終的には3個体の抵抗性個体を分離した。そのうちの1系統については、自殖R2後代における抵抗性と罹病性の分離比を検討し、選抜系統に生じた抵抗性変異が優性ヘテロに生じたことを明らかにした。

上記のように、変異細胞を効果的に濃縮することができれば、基本的にはどのような選抜対象であってもまず間違いなく目的とする個体を選抜することができる。逆に、変異の濃縮が不十分であれば、得られた再生個体にも変異細胞がキメラ状に存在し、検定結果が大きく変動する。

以上を要約すると、変異選抜実験に際しては、まず選抜すべき変異の種類を想定し、そのような変異細胞をいかにすれば効果的に濃縮できるかを検討する。濃縮法のうち、選択薬剤を培地に添加する方法については後の項で説明するとして、ここでは直接選択薬剤を使用しなくても、効果的に変異細胞が濃縮されたもう一つの実験例を紹介したい。

### (2) イチゴ炭疽病抵抗性選抜

我が国のイチゴ栽培では、現在『女峰』や『とよのか』などが主要な品種として使用されているが、いずれも炭疽病に感受性であり、抵抗性品種の育成が急務となっている。

そこで、筆者らの研究室では変異選抜法によって抵抗性個体の育成を試みることにした。この場合も特に抵抗性変異細胞の濃縮に主眼を置き、再分化個体(培養幼植物体)における選抜試験を行った<sup>5)</sup>。

以下にその概要を紹介する。

炭疽病に感染したイチゴでは、種々の組織に褐変壞死斑などの壞疽病状が出現し、病徴から判断して病原菌が何らかの毒性物質を生産するものと考えた。

そこで、選抜すべき変異としては、このような毒性物質に対する宿主植物の抵抗性を想定したが、物質の本体が不明であることから、実際の選抜実験では培養幼植物体に直接病原菌を接種する方法を採用した。

この種の方法は、まさに今回のプロジェクト研究の主題とも合致するものであるが、培養過程で選択圧をかけないため変異細胞の濃縮が行われていない欠点がある。

そこで、再分化個体による選抜もしくは特性試験を行う場合には、特に以下の諸点に注意することにした。すなわち、

- ①馴化の方法も含め、効率的な再分化系を確立すること、すなわち、多数の再生個体が同時に、しかも容易に得られる再分化系であること。
- ②耐病性選抜のような場合には、用いる接種方法が簡単であり、かつ結果の再現性が高いこと。
- ③接種結果が実際の感染と対応すること。

などである。

本実験では、病原菌孢子懸濁液を葉に尖刺接種したが、この方法によれば短時間に多数の接種が行え、形成された病斑の検出も容易であった。加えて、感受性品種では大型壊死斑を形成し、抵抗性品種では小型壊死斑を形成することから、壊死斑形成反応の強弱が実際の感染結果と対応した。そこで、再分化個体の展開葉に病原菌を尖刺接種し、抵抗性型の病斑形成能をもとに変異細胞の出現程度を検討した。

その結果、同一葉柄上の葉はすべて同じ反応を示したが、異なる葉柄間では同一再生個体であっても必ずしも同じ反応を示さないことが明らかとなった。すなわち、ある葉柄に形成された葉が抵抗性型病斑を示し、同一再生個体の別の葉柄の葉では感受性型病斑が形成されて、再分化個体で変異細胞がキメラに存在することを示す直接的証拠が得られた。

今までの研究では、この段階の結果で選抜効率が評価されており、当然のことながら安定した結果が得られていない。上に述べたように、安定した結果が得られない主な理由は、変異細胞が濃縮されていないことに起因するので、筆者らは接種試験後に変異細胞の濃縮を試みた。すなわち、抵抗性型病斑を示した葉の一部を切り出し、カルス組織を誘導してもう一度再分化個体を得た。

この方法によれば、変異細胞が確実に濃縮され、得られた再分化個体は安定した反応を示す。実際の接種試験でも、再分化個体のすべての葉が抵抗性型病斑を示し、筆者らの方法の正しさが証明された。

### 3. 病原菌毒素選抜の留意点

前項で説明したように、TMV 抵抗性では培養過程で、またイチゴ炭疽病抵抗性では再分化個体で変異細胞の選抜と濃縮が可能であった。しかしながら、ここで紹介するトマトの青枯病や萎凋病のような導管病においては、発病のメカニズムや宿主抵抗反応などが不明であり、かつ、これらの病害に特定の毒素が関与す

るかどうか不明確でない。このようなケースには変異の想定や濃縮が非常に困難となるので、病原菌の培養濾液を選抜剤として利用できるかどうかを検討する機会が多い。一般に微生物の培養液中には種々の物質が分泌されており、植物細胞に対して毒性のある物質が含まれる場合も多い。そのようなことから、植物病原菌の培養濾液に毒性があれば、選抜剤として変異細胞の濃縮・選抜に利用される。

培養濾液の使用については注意すべき点が多いので、本項では、トマト青枯病抵抗性の選抜結果<sup>6)</sup>を引用し、植物病原菌の培養濾液を使用するときの一般的留意点を解説する。また、毒素選抜を行う際の基本的事項についてもトマト萎凋病抵抗性選抜<sup>7)</sup>を例として、併せて解説する。

#### (1) トマト青枯病抵抗性選抜

植物病原菌の培養濾液を選抜剤に用いる際に最初に検討しなければならないポイントとしては、

- ①濾液中に毒素が存在するかどうか。
- ②毒素が存在するとすれば、その毒素が病原菌の病原性株(植物病原菌には病原性の欠落した非病原性株が頻繁に出現する)によって生産されたものであるかどうか。
- ③毒性が非特異的要因、例えば、培地濃縮に伴う浸透圧や pH の影響でないかどうか。

などがある。

そこで、青枯病菌の場合にも病原性株から容易に非病原性株を分離できるので、この両者の培養濾液を比較したところ、前者にのみ活性が認められ、濾液選抜に利用できるものと判断した。

病原性株の培養濾液をトマトカルスに処理するとカルス組織から細胞が遊離し、さらにカルス組織の褐変が観察される。カルス組織から細胞が遊離する現象そのものはペクチン分解酵素などの細胞遊離化酵素が培養濾液中に分泌されていることを示すもので、毒素による現象ではない。例えば、市販のペクチン分解酵素をカルスに処理すると同様の細胞遊離が観察されるが、その場合でも病原菌培養濾液処理のようにカルス組織が褐変化することはない。すなわち、病原性株の培養濾液にはペクチン分解酵素以外に細胞を褐変化(死滅)させる毒性物質が存在すると考えてよい。

ただ、このような濾液を直接使用すると、カルス組織からの個体再生が非常に困難となり、濾液の酵素作

用と毒性作用を分けて解析する必要がある。同様の結果は筆者がトマト萎凋病菌培養濾液を用いたときにも観察されたことから<sup>8)</sup>、培養濾液選抜の一般的な留意点と考えてよい。

酵素作用を失活させるためには、オートクレイブ処理が簡単で、処理後も同様の効果が存在すれば、毒性物質による選抜試験が行える。もちろん、濾液中の毒性物質が実際の感染場面で実際に作用しているかどうかは、この段階では分からない。このことを十分に念頭におき、以後の選抜操作を遂行しなければならない。

青枯病菌の強病原性株から調製した培養濾液をトマトカルスに処理すると、ほとんどのカルスはすみやかに褐変化するが、抵抗性の変異細胞が存在すれば、そこから新しいカルス組織が増殖する。新たに増殖したカルス組織を濾液無添加培地で培養し、再度添加培地に戻せば生理的にエスケープしていた非抵抗性細胞を除去することができる。

このような操作を繰り返した後、個体再生プロセスに入る。再生用培地にも選抜剤を加えると、確実に抵抗性再分化個体を分離できるが、再生率は無添加培地にくらべ極端に低くなる傾向にある。得られた再生個体に病原菌を接種すれば、細菌感染における濾液抵抗性個体の有効性を明らかにすることができる。

接種結果をまとめると以下ようになる。すなわち、

- ①通常の対照個体に病原菌を接種すると、接種後約数日で下葉に黄化症状が認められ、急速に全身が萎凋した。
- ②濾液抵抗性選抜個体には上記のような黄化症状が観察されず、感染の初期過程では強い抵抗性を示した。
- ③選抜個体においても、1カ月程度が経過して第1～第2花房が形成される時期になると、上位に部分萎凋が出現し、その後はすみやかに萎凋した。

このような結果から、トマトと青枯病菌の関係を要約すると次のようになる。

すなわち、植物体内に侵入した病原菌は比較的早い時期に毒性物質を生産し、これによって下葉を黄化・枯死させる。このことは、病原菌の生産する毒素が植物の抵抗反応を打破し、病原菌が増殖するのに好都合に働くものと考えられる。その結果、この期間に病原菌は急速に増殖しはじめ、トマトの上部にまで到達し

て萎凋症状を出現させる。

一方、濾液抵抗性個体はこの毒素に対して抵抗性で、病原菌の増殖を抑制できる。そのため細菌が増殖するには非常に長い期間を必要とする。しかしながら、抑制作用は完全なものではないので、体内の細菌密度が萎凋出現に十分になると、もはや抵抗性を発揮できなくなる。

本実験の結果からも明らかなように、濾液選抜した抵抗性個体は初期段階では強い抵抗性を示す。このことは、青枯病菌が感染の初期段階で生産する毒素が人工の培地中にも分泌されることを示すもので、細胞選抜が適切であったことを意味する。しかしながら、植物がその全世代を通じて十分な抵抗性を発揮するためには幾段階かのステージで病原菌を抑制できなければならない。今回の場合のように後期の病原力にかかわる因子が病原菌の培養濾液中に存在しなければ、細胞選抜も非常にむずかしくなる。

このような状況を克服するためには、結局のところ、再生個体に病原菌を接種して抵抗性個体を分離する方法、すなわち後代選抜法が必要となる。後代選抜法については項を改めて解説したい。

## (2) 植物病原菌が生産する毒素による抵抗性選抜

上にも述べたように、変異体選抜の最も簡単な実施法は、培地に選抜薬剤を加え、それに耐性を示す細胞のみを分離する方法である。この方法では、選抜薬剤で選択圧を高めてあるので耐性の変異体のみを効果的に分離できるが、逆に、機能が明白でない毒素を使用する場合には、上述の培養濾液と同様、必ずしも満足のいく結果が得られない点には注意を要する。

植物の培養細胞系を病害抵抗性選抜に最初に利用した研究例としては、野火病抵抗性タバコの育成<sup>9)</sup>がある。この病害では、タブトキシンと呼ばれる毒素が生産され、タバコ葉にハロー状の病斑を形成する。実際の選抜には、同様の毒性を発揮するメチオニンスルフォキシミンを使用した。選抜細胞からの再分化個体はタブトキシンに対しても、また実際の細菌感染に対しても、抵抗性を示した。この結果は、病原菌の生産する毒素を選抜薬剤として、病害に強い新品種を細胞レベルで育成できる可能性を示した最初の研究であった。

毒素選抜の最も効果的な病害は、病原菌が宿主特異的毒素を生産するような病害である。このような病害では、毒素抵抗性が病原菌に対しても抵抗性を示す直接的関係にあるので、宿主特異的毒素に抵抗性の細胞

を選抜・再生すれば、すみやかに抵抗性個体を育成できることになる。

現在までに、宿主特異的毒素を生産する病原菌は多数報告されており、そのほとんどの宿主植物において細胞選抜による抵抗性個体育成が報告されている<sup>10)</sup>。

宿主特異的毒素を生産しない植物病原菌でも、何らかの毒素を生産し、感染後の病徴拡大に役立っている場合が多い。

例えば、トマトの萎凋病では、植物に感染した病原菌が導管内でフザリン酸と呼ばれる毒素を生産し、その萎凋毒性によって病徴拡大を助長する。それ故、フザリン酸抵抗性を選抜すれば、病徴拡大を抑制することになり、被害程度の低い個体を育成することができる。

実際にフザリン酸抵抗性は、Shahin と Spivey<sup>11)</sup> によってトマト葉プロトプラストから、また、筆者らの研究室では葉外植片由来カルス<sup>7)</sup> から選抜された。得られた再生個体の萎凋病に対する反応については、Shahin らは萎凋病菌に対して完全な抵抗性を示しているが、筆者らの試験では感染初期には強い抵抗性を示すものの、完全な抵抗性ではなかった。

#### 4. 再生体後代における選抜と検定

選抜操作で得た変異を植物の病害抵抗性育種に応用する場合、得られた変異が有効に子孫に継代されることが第一の条件となる。しかしながら、有効な変異形質が得られても、自殖後代では遺伝的分散が生じやすく、抵抗性個体が採取されないケースもある。

このようなことから、特に再生体の自殖後代では再選抜を繰り返し、形質を固定化しなければならない。変異選抜法を選択する場合には、このような点をも考慮すべきで、単に選抜効率のみに注意を払うべきではない。

例えば、*in vitro* 選抜法を用いた場合には、たとえ選抜効率が高くとも、得られた変異体の生殖過程に何らかの変異が併発され、不稔性となって次代種子が得られないこともある。また、細胞レベルで選抜された変異が再生個体では発現されないケースもある。このような観点からすると、*in vitro* 選抜は単に一次選抜とみなし、他の選抜法と適宜組合わせて使用することが望ましい。

いずれにしても、後代選抜法によれば、再生体の自殖後代を使用して形質検定を行うので、稔性に関する問題はすでに解決しており、変異体が選抜されればす

みやかに新品種として固定化操作に入ることができる利点がある。

実際の品種改良においては、単に目的とする植物が病害抵抗性を獲得しているにとどまらず、その他の諸性質についても十分優れたものであることが望ましい。

最後に筆者らの選抜試験の一例を紹介するが、この実験ではトマト品種の品質特性を改良する目的で再生体後代選抜を行った<sup>12)</sup>。改良する性質としては、果実の Brix 指数がその商品的価値を左右するので、一回目の選抜で高 Brix 指数の再生体を選抜し、次に草丈、着花性、着果性あるいはそれらの斉一性、Brix 指数、草姿などの一般的性質を対象として優良個体を二次選抜した。

これらの形質を固定化するためには自殖を繰返すが、それぞれの形質については、一定の評価基準を数値化することで、安定した選抜を可能にした。再生体の場合、同一個体から得た種子を用いても、形質の分散が認められるので、通常 2~3 代の繰返し選抜が必要である。

筆者らは、このような操作をトマトでは萎凋病菌や青枯病菌の汚染土壌<sup>6)</sup> で、またイチゴでは萎黄病の汚染圃場<sup>13)</sup> で栽培し、固定化と病害抵抗性選抜を並行して行っている。

また、あらかじめ再生体の病害抵抗性を検定した後、それらの選抜個体について上述した優良個体を選抜する実験も行っている。筆者らの経験では、上述したような栽培特性の改良には得られた全再生体を自殖し、その後代について選抜を開始するほうが種々の変異体が選抜され、育種上興味ある個体の得られる場合が多いと考えている。再生体に種々の変異が生じているとすれば、交配によりその変異幅はさらに拡大されることになる。

#### 5. 植物細胞工学としての変異選抜技術の位置づけ

植物の培養細胞における特徴の一つは、それらの細胞が非常に変異に富むことである。変異がどのような機構で誘導されるかについては、一致した見解は得られていないが、変異が遺伝的に安定して後代に継代されるならば、有用変異を選抜利用することで、新たな遺伝資源を開発し、さらに、新品種の育成が可能となる。

培養細胞にみられるこのような変異は体細胞変異 (Somaclonal variation) と総称され、変異個体を再分化させることで、植物育種のための新たな細胞工学的

手法として注目されている。本項では、変異選抜技術を植物細胞工学として把握し、実際に植物の病害抵抗性などの有用変異の選抜について、若干の技術論を交えながら、解説を加えてきた。

変異選抜技術を『偶然の学問』から『細胞工学技術』にまでさらに展開するためには、まず、自由に培養系が取り扱えるようになってはじめてその研究がスタートする。すなわち、単に使用する植物の培養条件を確立するだけでなく、誘導した細胞の培養上の特性についても十分熟知しなければならない。変異細胞の取り扱いや培養法については、効果的な選抜法にも影響するので、選抜目標を考慮した上で使用する方や装置を考案する必要がある。また、出発材料をプロトプラストとするか、カルス細胞とするかで、実験方法の組み立ても異なったものとなる。

変異細胞の培養法については、筆者の総説<sup>14)</sup>を参照いただければ幸甚であるが、今後は植物組織培養法だけでなく、遺伝子工学技術を活用した変異の解析も

必要となる。このような学問的、技術的基盤が確立され、変異選抜法が植物育種に広く利用される効果的な手法に発展するものと期待する。

(近畿大学農学部助教授)

#### 参考文献

- 1) 豊田秀吉 (1990). 化学と生物 28: 12-19.
- 2) 澤田紀一 (1991). 農業技術 46: 240-244.
- 3) Toyoda, H., *et al.* (1989). Plant Cell Rept. 8: 433-436.
- 4) Toyoda, H., *et al.* (1985). Phytopath. Z. 114: 126-133.
- 5) Toyoda, H., *et al.* (1991). Plant Cell Rept. (投稿中).
- 6) Toyoda, H., *et al.* (1989). Plant Cell Rept. 8: 317-320.
- 7) 豊田秀吉ら (1988). 植物組織培養 5: 66-71.
- 8) Toyoda, *et al.* (1984). Ann. Phytopath. Soc. Japan 50: 53-62.
- 9) Carlson, P.S. (1973). Science 180: 1366-1368.
- 10) Brettell, R.I.S., *et al.* (1979). Biol. Rev. 54: 329-345.
- 11) Shahin, E.A., *et al.* (1986). Theor. Appl. Genet., 73: 164-169.
- 12) 北 宣裕ら (1987). 植物組織培養 4: 71-74.
- 13) Toyoda, H., *et al.* (1991). Plant Cell Rept. 10: 167-170.
- 14) 豊田秀吉 (1989). 組織培養 15: 273-277.

### ■平成3年度専門技術員資格試験問題集④■

#### <労働衛生>

課題(ア) (1)合成繊維ナイロンとポリエステルについて、次の各項について解説しなさい。①共通性能と異なる性能 ②衣料素材として使われているおのおのの具体例とその理由 ③おのおのの取り扱い上の注意点 (2)次の各事項を被服衛生の立場から説明しなさい。①体熱産生と放散における熱平衡式 ②衣服の色と放射熱③気温と衣服重量 ④衣料素材と衣服のゆとり量 (3)次の各事項について簡単に答えなさい。①温熱条件とその測定法 ②騒音とその対策 ③女子労働への配慮点 ④良い照明環境 (4)次の各項について説明しなさい。①静的筋作業 ②蓄積疲労 ③気候不適応症状 ④職業性レイノー現象

課題(イ) (1)農業散布の保護衣について、どのように指導していますか。次の各項について説明しなさい。①保護衣を必要とする作業を具体的にあげ、保護衣の着用状況について解説しなさい。②上記の保護衣について問題点とその解決策を次の各項目ごとに述べなさい。a素材 bデザイン、縫製など c着装 d取扱い (2)農業における筋作業と検査作業に従事する作業者の疲労原因と疲労調査法について述べなさい。(3)農業における危険有害作業環境の事例を示し、その対策について述べなさい。

#### <食生活>

課題(ア) (1)糖質からのエネルギー比は全エネルギーに対し6割程度が望ましいと言われている。糖質摂取の過不足の栄養上の問題点について、主なものを5点あげて説明しなさい。(2)食品素材としての米、小麦、大豆について、それぞれの成分的特性を説明しなさい。(3)次の調理は、卵のどのような性質(調理性)を利用したのですか。それぞれの調理について、調理上の要点を卵の調

理性をもとに科学的に説明しなさい。①卵碗蒸し ②マヨネーズ ③スポンジケーキ

課題(イ) (1)平成2年11月に提言された「日本型食生活新指針」の中に“ライフスタイルに対応した生活リズムや食生活スタイルを確認しよう”がある。①指導上のポイントの主なものを3点あげて説明しなさい。②あなたの地域で食生活上問題が大きいライフスタイルを2点あげ、そのおのおのについて問題点並びに改善案を(1)の視点で展開しなさい。(2)担当地域の食生活で、購入する加工食品(調理済み食品をふくめて)の実態を説明し、これについての考え方を述べなさい。(3)環境保全という立場から見た時の、あなたの地域の食生活の問題点およびあなたにできる解決法を述べなさい。

#### <生活経営>

課題(ア) (1)農家生活の総合的把握について、農家経営の視点から、その考え方を述べなさい。(2)農家の高齢化に伴う個々の家庭としての対策と、地域としての取り組みに関して、活力ある高齢者育成と、貢献の評価について、基本的考え方を整理して述べなさい。(3)次の中から6問を選び、生活経営の立場から述べなさい。①臨時費 ②多重債務 ③農業者年金基金 ④消費者信用 ⑤三世同居 ⑥基礎年金 ⑦時間創造型消費と時間消費型消費 ⑧社会資本の整備 ⑨高齢者のための生活支援技術 ⑩単位価格表示(ユニットプライス)

課題(イ) (1)農家の健康管理上の問題点を指摘し、生活経営面からとるべき実施事項について、農家および普及所の立場から例をあげて述べなさい。(2)農家の家計設計を指導する際に必要な家計予算の積算基礎事項及び営業等のかかわりについて考慮する事項を述べなさい。(完)