

## 農林水産研究と「生物教育」の連携強化について

首席研究開発企画官

### 1. 背景

#### 1) 生物科学の重要性の高まり

21世紀は「生命の世紀」。生命科学の著しい進歩により食料・環境問題の解決が図られることが期待されており、BSE 問題等、食の安全・安心確保、ヒトゲノム研究の成果の医療分野への活用等、生物科学を基礎とした研究・技術開発が人間社会にもたらすインパクトはますます大きくなるとみられる。

#### 2) 生物教育が果たす役割

生物科学分野の優秀な研究者を確保する、ライフサイエンス研究の成果を生産者や消費者に正しく理解してもらい、食の安全・安心の確保に関するリスクコミュニケーションを機能させるために、生物学の基本的知識がきわめて重要。

#### 3) 学習指導要領の変更

小・中学校および高等学校で、本年4月から新たな学習指導要領の実施が開始。ポイントは、学校完全週5日制の下での授業時数の縮減、教育内容の厳選、および自ら学び自ら考えるなどの「生きる力」をはぐくむことをねらいにした「総合的な学習の時間」の創設、選択学習の幅の拡大。

この変更では、中学校で「生物の進化」や「遺伝の規則性」が削除、高校では「品種の改良」(生物 A)が削除され、高校で生物学をほとんど履修しないで卒業するケースもあり得る。今後、生物科学の重要性がますます高まると予想される社会を担う世代を育成する上で問題。

#### 4) 農林水産研究と生物教育の連携強化に向けて

新たな学習指導要領においては、総合的な学習の創設が大きなポイント。農畜産物の生産・加工の体験を通じて生物科学への理解や関心を高める、あるいは研究者が教壇に立って研究成果の紹介をする等、各地で取り組まれ始めている。

今後、農林水産分野からみて小中高校で学ぶことが適当と思われる内容について、総合的な学習の時間の活用等により一層の連携強化を図ることが重要。

## 2. 農林水産研究からみた「小中高校における生物教育」の現状と課題(別添資料1参照)

### 1) 学校教育における現行の生物教育の概要

生物教育は小学校の第3学年から実施。小学校では、形態、生活史、栽培、生理、生態の観点から初歩的な知見を学習。中学校では、小学校で学んだこれらの知見を一層深めることに加え、細胞や遺伝に関する初歩的な知見を学習。小中学校においては、生物教育は必須科目。

高等学校においては、理科教育は専門化されており、理科のうちのいずれかの科目(理科基礎、理科総合A(主に物理・化学)、理科総合B(主に生物・地学)、物理、化学、生物、地学)から2科目。ただし、理科基礎、理科総合A、理科総合Bから1科目)を選択することとされているため、生物科学分野をほとんど学習しない場合もあり得る。

### 2) 農林水産研究から見た生物教育の問題点の例

生物科学の重要な事項や産業への応用に関する記述の削除

小中学校では、理学的な観点からの教育が中心となっており、生物学の発達が産業上どのように役立っているのか等の出口に近い部分の教育が教科書や学習指導要領に明確化されていないのが現状。また、中学校の学習指導要領から、進化や遺伝子の記述が削除されたため、これを全く学ばないまま学校教育を終了する場合もある。

高等学校の教科書がどのようになるかはまだ不明であるが、高等学校で生物学を必ずしも履修しなくてもよいことに加え、生物を選択した場合でも、学習指導要領上は、これまで明記されていた「品種の改良」(生物 A)が改正後は削除された。

生命科学の進歩と義務教育における生物教育のギャップ

最近の生命科学の著しい進歩やその知見を生かした今後の科学技術の発達・普及に鑑み、例えば生命の設計図となる遺伝子の本体DNAの基礎知識について、今回の中学の学習指導要領に盛り込まれていない。

## 3. 農林水産研究と「生物教育」との関係強化に向けた取り組みの現状(別添資料2参照)

### 1) 文部科学省との連携強化

文部科学省との意見交換を実施。

### 2) 教育現場との連携強化

「サイエンスキャンプ」: 研究機関で研究員が高校生に実験指導・講義を実施。

「つくば出前レクチャー」: 小学校等に研究員を派遣し実験指導・講義を実施。

「職場体験学習」: 筑波近郊の中学校・高等学校を対象に職場体験学習。

### 3) 研究機関の公開・情報提供による農林水産研究の啓蒙活動

研究機関の一般公開

つくばリサーチギャラリーの一般公開

インターネットを活用した情報提供

### 4) 教科書・教材作成への連携強化

教科書会社への農林水産研究のPR

副読本作成への協力

#### 4. 「生物教育」との連携強化に向けた今後の検討課題

小中学校における学校外を中心とした農林水産業体験学習等についての連携や学校教育における農林水産業等に関する学習についての連携等の観点から、文部科学省・農林水産省連携の基本的方針（平成10年策定、平成13年、14年改正）を見直ししたところであり、今後とも文部科学省との連携の下に体験学習等に協力。高校においては、より専門的な生物教育と農林水産研究との連携を強化。

##### 1) 現行制度下（文部科学省・農林水産省連携の基本的方針、新指導要領）における連携強化

###### 教育現場の学校・教員に対するアクション

改正後の小中高の学習指導要領においては、「総合的な学習」の時間を設定し、地域や学校、生徒の状況等に応じて、横断的・総合的な学習や生徒の興味・関心等に基づく学習など創意工夫を生かした教育活動を行うものとされている。今後、「総合的な学習」に農林水産研究を積極的に活用するよう以下のように学校・教員等にアクションすることが必要。

- (1) 教員研修の研究所への受け入れや教員講習会の実施
- (2) 1日教員として研究者が教壇に立つ「出前研究室」の実施
- (3) 児童・生徒の研究所への見学受け入れ

###### 教科書会社に対するアクション

教科書や副読本の記述内容の充実を図る観点からは、以下のアクションで対応。

- (1) 教科書編集者との意見交換
- (2) 副読本の作成への協力

##### 2) 教育内容の見直し（学習指導要領の改訂等）に対するアクション

農林水産研究を推進する立場で、学習指導要領への反映も含め、以下のようなアクションを検討。

文部科学省との意見交換会を受けて、今後の関係強化の取組方向を整理

学習指導要領の作成を担う中央教育審議会やカリキュラム作成に向けた調査研究を行っている国立教育政策研究所、および大学・学会等、関係機関・団体への働きかけ

学習指導要領改訂時のパブリックコメント提出等、機会あるごとに文部科学省に対して農林水産研究からみた意見を積極的に伝える。

(別添資料 1)

\_\_\_\_\_ : 重要な点、 \_\_\_\_\_ : 前回からの変更点

## 1 . 小・中学校における生物教育の概要

小・中学校における生物科学に係る教育の概要を知るため、小・中学校の学習指導要領から関連部分を調査。以下は調査の概要。

### 1 ) 小学校の理科 (生物) 関連部分

身近に生活している生物の観察等を通じ、形態、生活史、栽培、生理、生態の観点から基本的な部分を学習。遺伝やホルモン等に関連する学習は行われていない。

#### 第 3 学年

植物や昆虫の基本的な形態や、体の発達の様子を学習。人の体に関する記述を削除。生物同士のかかわりについて追加。

#### 第 4 学年

季節毎に植物や動物の形態や行動がどのように異なっているかなどの、動植物の基本的な生活史を学習。人の体に関する記述を削除。生物と天気・時刻との関係に関する記述を削除。植物の運動について削除。

#### 第 5 学年

植物においては、種子の発芽のようす、その後の生活には、肥料や日光が必要である等の栽培に関する基本的な事項を学習。さらに植物の受粉や動物の受精等の生殖生理に関する基本的な事項を学習。「調べる」から「調べて考えをもつようにする」へ変更。胎生、ふ化した魚の食べ物に関する記述を削除。男女の体のつくりの特徴を削除。

#### 第 6 学年

植物におけるデンプンの合成や輸送、水の吸収や蒸散、動物における呼吸の仕組みや栄養分の消化・吸収等の動植物の栄養生理に関する基本的な事項を学習。さらに、生物と環境との物質のやりとり等の生態に関する基本的な事項を学習。「体内の水などの行方」を削除。

### 2 ) 中学校の理科 (生物) 関連部分

小学校で学んだ形態、生理に関する事項を組織・細胞や物質のレベルからさらに学習し、これらの一層の理解を深める。また、生態に関しても食物連鎖や物質の循環の観点から学習を深める。

中学校では、新たに、細胞の構造や遺伝の仕組み等に関わる事項を学習。遺伝に関しては、遺伝は遺伝子によって担われていることが言及されているが、遺伝子の本体は DNA であることには触れられていない。また、生物の発生・分化、及び恒常性の維持に必要な不可欠なホルモンに関する学習はされていない。

#### 植物の生活と種類

顕微鏡による観察と関連付けながら、受粉、光合成、養水分の吸収、植物の種類による違い等を学習。

#### 動物の生活と種類

顕微鏡により観察しうる組織・細胞と関連付けながら、呼吸の仕組み、栄養の消化・吸収・排出、消化酵素の働き、骨格・筋肉・神経の働き等を学習。

#### 生物の細胞と生殖

細胞の基本的な構造や細胞分裂、メンデルの実験を例とした遺伝等を学習。親の形質が子に伝わる時の「規則性」を削除。「生物が進化することを知ること」を削除。

#### 自然と人間

食物連鎖や物質の循環、森林の機能等を学習。

## 2. 高等学校における生物教育の概要

高等学校学校における生物学に関係する教育の概要を知るため、高等学校の学習指導要領から関連部分を調査。以下は調査の概要。

### 1) 高等学校における生物の履修について

理科では、

- 「理科基礎」
- 「理科総合 A」
- 「理科総合 B」
- 「物理 I」
- 「化学 I」
- 「生物 I」
- 「地学 I」

のうちから 2 科目(「理科基礎」、「理科総合 A」及び「理科総合 B」のうちから 1 科目以上を含む)をすべての生徒に履修させるものとされている。このため、必ずしも高等学校で生物を履修する必要はない(例えば「総合理科 A」と「化学 I」を選択した場合)。また以上の科目の他、生物関連科目として「生物 I」がある。

### 2) 理科基礎

生物分野のみでなく、物理、化学、地学分野をすべて包含し、科学と人間生活とのかかわり、自然の探求・解明や科学の発展の過程について理解させ、科学に対する興味・関心を高めるとともに、科学的な見方や考え方を養うことを目標としている。

生物学関連では、「生命を探る」と題し、以下の内容となっている。

#### 細胞の発見と細胞説

- (1) すべての生物を構成する基本的単位が細胞である(顕微鏡観察)。
- (2) 細胞の発見から細胞説が確立されたこと。
- (3) 生物は自然発生をしないこと。
- (4) これらに関して顕微鏡の発明が重要な役割を果たしたこと。

#### 進化の考え方

- (1) 進化論が提唱されるに至った過程や論争の考察を通して、
- (2) 地球上に生活する多様な生物が進化の過程を経て現在に至ったことを進化の事例とともに扱う。
- (3) 分子進化については扱わない。

#### 科学の課題とこれからの人間生活

、等の学習の発展として、物質とエネルギー、生命と環境、宇宙と地球などの分野から、現在及び将来の社会における科学に関連した課題を取り上げて、身近な人間生活とのかかわりについて平易に扱う。

### 3) 理科総合 A

エネルギーや物質を対象とするが、以下の点も含まれる。

太陽エネルギーが生物のエネルギー源になること、  
生物が有用な物質をつくること、  
生物体内の化学反応の精妙さ、  
自然界における生物の働きに与える合成物質の影響

### 4) 理科総合 B

観察、実験などを通して、生物とそれを取り巻く環境を中心に、自然の事物・現

象について理解させるとともに、人間と自然とのかかわりについて考察させ、自然に対する総合的な見方や考え方を養うことを目標としている。

#### 自然の見方

- (1) 自然に対する総合的な見方や考え方を養う(自然を多様性と共通性、変化と平衡などで捉える)。
- (2) その際、大地の変動、大気と水の循環、生態系などに関連した身近な自然の事物・現象の中から適宜事例を取り上げ、観察、実験を行う。

#### 探求の仕方

- (1) 具体的な事例についての観察、実験などを通して探究の進め方を体得。
- (2) 得られた数値の処理の仕方やグラフの表し方及び野外観察の記録の取り方や整理の仕方などにも簡単に触れる。

#### 生物の変遷

- (1) 地球上の光合成生物の誕生から生物が陸上に進出し現在の生物に至るまでの変遷。
- (2) 大気組成の変化と生命活動との相互のかかわりについても扱う
- (3) 光合成生物の出現と関連し、太陽放射エネルギーについても扱い、その際、光の種類と性質にも触れる

#### 遺伝の規則性

- (1) メンデルの法則のうち、優性の法則と分離の法則を扱う。
- (2) 遺伝子については遺伝子の本体がDNAであることを指摘する程度。

#### 生物と環境

- (1) 地球には様々な動物や植物が存在すること、
- (2) それらがそれぞれの環境の下で多様な生活の仕方をしていること、  
を具体的な例を通して扱う。(無脊椎動物及び種子をつくらない植物を含む)

#### 生物と環境とのかかわり

- (1) 生物とそれを取り巻く環境は、陸上や水中など、それぞれに特徴的な生態系としてとらえることができる。
- (2) 生態系における生物と環境とのかかわりを理解。
- (3) 食物網については簡単な扱いにとどめる。
- (4) 生態系における炭素、窒素の循環やエネルギーの流れも扱う。
- (5) 人間も構成要素として含め、地球そのものが一つの大きな生態系とみなせることも扱う。

#### 人間の活動と地球環境の変化

- (1) 生物とそれを取り巻く環境の現状と課題について考察、人間と地球環境とのかかわりについて探究。
- (2) 水や大気の汚染、植物の遷移現象、地球温暖化など生物とそれを取り巻く環境に関する身近な課題を取り上げ、人間と環境とのかかわり、地球環境を保全することの重要性などを平易に扱う。

### 3) 化学

この中のうち生物学(生命と物質)関連の項は、以下の通り。

#### 生命体を構成する物質

生命体を構成する基本的な物質の構造と性質を扱う

#### 生命を維持する化学反応

- (1) 生命体内に摂取された物質の分解や再合成、エネルギーを得る反応などを取り上げ、それらが化学反応であることを扱う。
- (2) その際、酵素については、化学反応に關与するタンパク質であることに触れる程度

医薬品

薬理作用をもつ基本的な物質の性質や構造を扱う。

肥料

植物の成長に必要な元素の作用及び化学肥料の合成や性質を扱う

6) 生物

生物や生物現象について観察、実験などを行い、自然に対する関心や探求心を高め、生物学的に探求する能力と態度を育てるとともに基本的な概念や原理、法則を理解させ、科学的な自然観を育成することを目標とする。生物 A で記述されていた「品種改良」の記述は削除。

細胞の機能と構造

- (1) 細胞への物質の出入りや酵素も扱う。
- (2) 酵素については、酵素が細胞内や細胞外で作用することにより、生物現象を維持していることに触れる程度。
- (3) 原核細胞の構造にも簡単に触れる。

細胞の増殖と生物体の構造

体細胞分裂によって様々な機能をもつ組織や器官をつくることにも触れる。

生殖細胞の形成と受精

有性生殖を中心に扱い、生活環は扱わない。

発生とその仕組み

- (1) 卵割や発生様式の羅列的な扱いはしない。
- (2) 発生の仕組みを扱うに当たっては、探究の過程に重点を置き、平易に扱う。
- (3) 分化についての分子生物学的な扱いはしない。

遺伝の法則

遺伝子の相互作用も扱うが、代表的な二つ又は三つの例にとどめる。

遺伝子と染色体

- (1) 遺伝子の連鎖と組換えも扱うが、二重乗換えには触れない。
- (2) DNA の構造については二重らせん構造に触れる程度。

体液とその恒常性

- (1) 体液の働きとその循環に触れ、恒常性の維持の原理についても代表的な例に基づいて扱う。
  - (2) 生体防御については平易に扱う。人の健康との関連にも簡単に触れる。
- 刺激の受容と反応
- (1) 受容器は代表的な一つ又は二つの例を中心に扱う。
  - (2) 神経の興奮については初歩的な事項にとどめ、その仕組みは扱わない。
  - (3) 脳を扱う場合、つくりについては深入りしない。
  - (4) 動物の行動を扱う場合は、行動の発現する仕組みを扱う(1～2つの例示)。

植物の生活と環境

- (1) 水分の吸収、移動や光合成等と環境との関係を扱う。
- (2) 光合成の仕組みは扱わない。

植物の反応と調節

植物の発芽、成長、花芽形成等と環境との関係について探究の過程を重視して扱う。

7) 生物

生物や生物現象について観察、実験や課題研究などを行い、自然に対する関心や探求心を高め、生物学的に探求する能力や態度を育てるとともに基本的な概念や原理、法則の理解を深め、科学的な自然観を育成することを目標とする。

生物体内の化学反応と酵素

代謝を理解するために必要な最小限の化学の基礎知識に触れる。

同化と異化

(1) 同化と異化の例として光合成や呼吸などの仕組みを扱う。

(2) 反応系の物質の羅列的な扱いはしない。

タンパク質の機能

免疫や筋収縮，細胞間情報伝達等をタンパク質の機能の観点から平易に扱う。

遺伝情報とタンパク質の合成

(1) 遺伝情報，遺伝子の複製，タンパク質の合成などを核酸の構造に基づいて平易に扱う。

(2) その際，DNAやRNAの分子構造は，模式的に示す程度。

形質発現の調節と形態形成

形質発現の調節，細胞の分化や形態形成の仕組みの初歩的な事項。

バイオテクノロジー

遺伝子操作や細胞融合などの例を通して平易に扱う。

生物の分類

分類の基準を理解する上で必要な程度。各分類群の羅列的な扱いはしない。

生物の系統

多様な生物が存在することについて，それらの系統関係を探究的に考察する過程を重視して扱う。

生物界の変遷

生命の起源及び進化の過程の概要を扱う。

進化の仕組み

(1) 生物の変異，進化の証拠やその要因などを扱う。

(2) 集団遺伝については初歩的な事項にとどめる。

(3) 進化説については代表的なものを中心に扱う。

個体群の維持と適応

個体群の成長の様式や個体群が様々な環境に適応して維持される仕組みなどについて，基本的な事項を中心に平易に扱う。

物質生産と植物の生活

光合成による植物の物質生産と植物の形態や生活との関連などを，代表的な例を通して扱う。

生物群集の維持と変化

生物群集内での個体群間の相互作用，植物群落の遷移や生態分布などを扱う。

生態系とその平衡

(1) 食物網や物質循環・エネルギーの流れなどについてそれぞれ代表的な例を通して扱う。

(2) 環境の保全については，羅列的な扱いはしない。



(別添資料2)

## 農林水産研究と「生物教育」との関係強化に向けた取り組みの現状

### 1) 文部科学省との連携強化

文部科学省との連携の下に生物教育の充実を図る観点から、文部科学省の担当官を招いて、新しい学習指導要領についての説明を受けるとともに意見交換を実施。  
〔平成14年5月24日〕

### 2) 教育現場との連携強化

#### 「サイエンスキャンプ」

(財)日本科学技術振興財団が主催するサイエンスキャンプにおいて、各研究機関の研究員が講師となり、高校生を対象に実験指導や講義を実施。  
〔平成13年度実施機関：7研究所 受入学生数：61名〕

#### 「つくば出前レクチャー」

学校長からの依頼を受けて、小学校等に研究者を派遣し、実験指導や講義を実施。  
〔平成13年度実施機関：3研究所 延べ回数：4件〕

#### 「職場体験学習」

筑波近郊の中学校、高等学校からの要請により、研究機関において職場体験学習を実施。  
〔平成13年度実施機関：3研究所 延べ回数：10件〕

### 3) 研究機関の公開・情報提供による農林水産研究の啓蒙活動

#### 研究機関の一般公開

筑波の研究機関は科学技術週間に、その他の研究機関は個別に一般公開を実施。また、事前申し込みにより、平日の実験圃場、施設等の見学に対応。  
〔平成13年度実施機関数 14カ所、見学者数 15,852名(内中高生 1,909名)〕

#### つくばリサーチギャラリーの一般公開

農林水産技術会議事務局が(独)農業技術研究機構内に設置しているつくばリサーチギャラリーにおいて、農林水産業の最新の研究成果等をわかりやすく展示し、一般に公開。

〔平成13年度見学者数 9,718名(内学生 1,347名)〕

#### インターネットを活用した情報提供

つくばリサーチギャラリーのホームページで、動画を取り入れたバーチャルミュージアム「稲作技術発達史」を、また、(独)食品総合研究所のホームページで、小中学生向けの情報を掲載した「食の広場」、「食べ物質問箱」を開設。

〔平成13年度アクセス件数 リサーチギャラリー：272,111件  
食品総合研究所：112,320件〕

### 4) 教科書・教材作成への連携強化

#### 教科書会社への農林水産研究のPR

農林水産省が毎年、教科書会社を参集し、農林水産行政を紹介している中で、パンフレットを活用しつつ、研究機関の紹介、イネゲノム研究等を紹介。

〔平成13年10月4日〕

#### 副読本作成への協力

イネの品種改良に係る小学生向けの副読本の作成に協力。(この副読本では、従来の交雑法による品種改良の紹介のほか、農林水産省が推進してきた「スーパーライス計画」やその成果の低アミロース米(ミルキーQueen)の紹介、バイオテクノロジーとして、薬培養や遺伝子組換えの技術の紹介、遺伝子組換えに対する消費者等の意見、イネゲノム計画の紹介と将来のイネ等にも言及)。

[平成13年12月]