

第9回 雑草調査

今回の目標	主要な水田雑草を覚える。 環境や栽培管理の違いによる畑雑草の違いを調査し、雑草害の程度と雑草に応じた防除方法を考える。
今回の提出物	水田雑草を自分で採集し、新聞紙に包んで提出する（授業終了後）。 畑の雑草の調査結果をレポートにする（6月30日締め切り）。

目的および観察のポイント

水田と畑の主要雑草の分布について調べる。

水田雑草は主要な雑草を実際に採取する。水田雑草と畑雑草にはどのような違いがあり、その違いと水田や畑の環境との対応を考える。

畑の雑草を作物、果樹、裸地それぞれについて調査し、環境、栽培管理の違いに応じてどのような雑草が多く繁茂しているのかを調査する。さらに雑草が作物に及ぼす害を見積もり、どんな防除法を取れば雑草を抑制できるのかを考察する。

調査方法

水田雑草

本学水田の土壌とマサ土を混和した土を詰め、湛水状態にしておいたポットに生えた水田雑草を調査する。ポットの中にはイネも植えてある。このポットに生えている雑草をすべて抜き取り、同じ種だと思ふものをひとまとめにする。次に種名を検索する。新聞紙にはさみ、雑草名を書く。ここの水田でよくみかける水田雑草には以下のようなものがある：タイヌビエ、ハリイ、コナギ、アメリカセンダングサ、タカサプロウ、ヒメミソハギ、クサネム、ホタルイ

畑雑草

次にあげる2種類の畑ならびに裸地を2人1組の班で調査する。指定された調査区域で、約50cm四方の区画を選び、調査する。調査区域は雑草の生育が平均的なところを選ぶこと。表を載せたプリント（調査票）を渡すので、この表を埋めながら、調査していく。

A. 作物畑

開墾して6年目の畑である。年に2,3回、作物を植え替えるたびに耕起する。作物栽培中も頻繁に中耕や抜き取りによる除草を行う。作物に多量の施肥をする。現在、トウモロコシ、ダイズ、インゲンマメ、サツマイモなどが植わっている。

B. 果樹園（カキ）

果樹園は耕起をしない。除草は草刈り機や除草剤（ラウンドアップなど）で行う。畑としては30年以上を経過した熟畑である。施肥量は作物畑に比べるとかなり少ない。

C. 裸地

裸地は何も管理しないか、1年に1回程度草刈り機で除草するくらいである。そのため畑に生える雑草とはその種類が大きく異なる。

以上の2つの畑ならびに裸地について、現在栽培されている作物、耕耘方法、水管理、周辺との関わりの影響を受けて雑草の種類や生育状況が異なってくる点に注意して調査する。3つの畑について以下のことについて調査する。

そこに生育する雑草名

被度

真上から見て雑草が地表をどの程度覆っているか。今回は次の4段階の指標を用いることにする。

1.....少しでもその雑草が存在する 2.....4分の1程度覆っている 3.....半分以上覆っている .
4.....8割以上覆っている .

草高

各植物の自然のままの高さで、自然高ともいう。イネ科植物など葉の高さと穂の高さの異なるものは原則として葉の高さを用いる。

作物との関わり・競合・雑草害

つる性で作物にからみつくもの、作物よりも背が高いので光を遮るもの、作物の根の周囲を占め、養水分を奪うものなどさまざまな作物との関わり方と競合、雑草害を観察する。

生育状況

花の有無、株の枝分かれの数、葉の色や数など。できるだけ具体的に書くこと。「花の数が多い」ではなく、「花の数は約 20」、あるいは「葉の色が濃い」よりも「周辺のイネよりも濃い」と書く方がより具体的である。

生活環

多年生雑草なのか、一年生雑草なのか。根を抜いて古い根が混在しているものは多年生雑草と考えられる。

生育型 叢生型、分枝型など

散布器官型 D 1, 地下器官型 R 5 など

その他気づいた点

調査項目の ~ は主に雑草の繁茂程度の指標となり、~ は雑草の繁殖方法と関連づけられる。

多年生雑草と一年生雑草の割合の違いに注目すること。畑で使う除草剤の多くは発芽を阻害するので、多年生雑草には効果が低い。さらに耕耘や中耕によって根を切断することによってかえってその根から再生することがある点で、多年生雑草は防除が困難である。裸地では草刈り機で無差別に除草できるし、ラウンドアップのようなほとんどの草種を枯らす茎葉処理剤を使うこともできる。

環境条件について：開墾して年月を経ていないと多年生雑草は少なく、雑草そのものも埋土種子が少ないので、少なくなる。

レポートの体裁

1. 水田雑草については、新聞に雑草をはさみ、和名を書いて、そのまま提出する。
2. 畑雑草については 2 つの畑ならびに裸地の雑草分布の違いを雑草の環境への適応の面から考察する。さらに 2 つの畑についてはそれぞれの雑草が作物に及ぼす害を見積もり、どういう機構によるものかを考察する。次に調査地点 (3 つとも) の雑草の防除 (予防も含む) にはどの方法が適切かを考える。

レポートは 3 つの考察および調査結果についての感想 (2 人とも) を書く。考察は今回の調査結果をもとにして書き、一般論は書かないこと。目的、材料と方法は書かなくてよい。結果は調査票を添付するだけでよい。A4 のレポート用紙に 3 枚程度とし、調査票を添付して、6 月 30 日までに提出する。

考察 1 2 つの畑ならびに裸地の雑草分布の違いについておよびその違いを生んだ環境について

考察 2 2 つの畑での主要な雑草が作物に及ぼす被害の程度とその機構

考察 3 2 つの畑の雑草の防除法。雑草防除方法は播種前、あるいは春にさかのぼって考える。すなわち、雑草が生えてしまったからの処理だけでなく、雑草が出てこないような方法も考えること。

解説

雑草の生態

1. 雑草の定義と起源

定義

雑草を定義する視点は2つある。1つは「望まれないところに生える植物」、「作物生産などの人間の活動を妨害する植物」などの人間側の価値観からの定義である。もうひとつは「人間の活動によって大きく変形された土地に自然に発生する植物」などの植物としての特性（雑草性）に対して与えられる定義である。雑草とは野草とは異なり、人間による攪乱のあるところに生育し、作物のような人間の積極的保護（栽培）を必要としない植物群だといえる。

起源

自然的裸地（先史時代では氷河など）に適応した植物は人間の定住化につれて生まれた周辺の裸地に進出し、一部はその有用さによって作物に進化した。一方、農耕が進むにつれて、農耕地という周期的な攪乱のある生育地に適応しながら、人間に依存しなくても生育・繁殖できる一群の植物が生まれたと考えられる。

雑草性

Baker (1974)によると代表的な雑草の持つ特性は以下の通りである。

1. 種子に休眠性を持ち、発芽に必要な環境要求が多要因で複雑である
2. 発芽が不斉一で（内的制御）、埋土種子の寿命が長い
3. 栄養生長が速く、速やかに開花に至ることができる
4. 生育可能な限り長期にわたって種子生産する
5. 自家和合性であるが、絶対的な自殖性やアポミクティックではない
6. 他家受粉の場合、風媒かあるいは虫媒であっても昆虫を特定しない
7. 好適環境下においては種子を多産する
8. 不良環境下でもいくらかの種子を生産することができる（高い可塑性）
9. 近距離、遠距離への巧みな種子散布機構を持つ
10. 多年生である場合、切断された栄養器官からの強勢な繁殖力と再生力を持つ
11. 多年生である場合、人間の攪乱より深い土中に休眠芽をもつ
12. 種間競争を有利にするための特有の仕組み（ロゼット葉、アレロパシーなど）をもつ

2. 雑草の分類

雑草の種としての識別や種を単位とした特徴の把握は重要であるが、雑草研究や雑草防除にあたっては分類群を越えた生理・生態的特性で類別することも必要である。雑草の場合は遺伝的変異が大きいので必ずしも1つの項目だけに当てはまらないこともある。

植物分類学による方法 科 (family) 属 (genus) 種 (species)

生活環による分類 一年生雑草 (夏雑草・冬雑草)・多年生雑草

生活型

ラウンケアの休眠型、沼田の生育型、繁殖型などがある。雑草には生育型や繁殖型をよく利用する。

A. 生育型

t : 叢生型……多くのイネ科雑草

b : 分枝型……多く枝分かれし、主軸のはっきりしないもの；スベリヒユ、ハコベ

r : ロゼット型……タンポポ、コオニタビラコ

p : ほふく型……メヒシバ

l : つる型……ヒルガオ、ヤブガラシ、クズ

B. 繁殖型

散布器官型（種子散布の仕掛けによる区分）

- D 1 : 風散布, 水散布のための仕掛けをもつもの……キク科の多く, 水田雑草の多く
- D 2 : 人, 動物に付着して散布されるもの……オナモミ, イチゴ類
- D 3 : 自動的にはじくもの……カラスノエンドウ, スミレ
- D 4 : 特に散布のための仕掛けを持たないもの
- D 5 : 原則として種子を作らないもの……ヒルガオ, ムラサキカタバミ

地下器官型 (地下部の連絡性と広がりによる区分; d は根系の広がり の長径を, L は地上部の平均長示す)

- R 1 : 根茎を持つ, $d > 100L$
- R 2 : 根茎を持つ, $100L > d > 10L$
- R 3 : 根茎を持つ, $10L > d$
- R 4 : ほふく茎を持つ
- R 5 : 栄養繁殖しないもの

3. 雑草の種子繁殖特性

雑草は発芽直後がもっとも弱いので, 除草剤を始め, 中耕などの雑草防除法は主に発芽直後をねらう。さらに雑草の繁殖器官の生産そのものを減らせば, 雑草を効果的に抑制できる。そのため種子生産から発芽・発生までの過程における雑草の共通の生態的特性についての理解が肝要である。発芽・発生にみられる雑草の最大の特徴はその季節性と不斉一性である。これらは種子の休眠性とその覚醒における複雑な環境要求によって制御されている。

種子生産

雑草の種子生産の特徴は 2 つある。1 つは本来, 栄養生長期間が短い, あるいは条件によっては非常に短縮されて素早く生殖生長に移行する性質であり, 雑草の「早産性」という。もう 1 つの特性は「多産性」で, 個体あたりの種子生産数が多いことを示す。一般に小粒種子を長期にわたって生産するのが雑草の特徴である。出芽から結実までの期間については, I) 出芽の時期にかかわらず出芽から結実の長さが決まっている (例: ハコベ), II) 出芽の時期にかかわらず決まった季節になれば結実する (例: シロザ) という極端な 2 つのタイプとその中間的なものがある (図 1)。I) の種は遺伝的に早産性 (出芽から結実までの日数は 20 ~ 30 日) であり, II) は可塑的な早産性で, 出芽の遅れなど不良条件下でもごく短期の栄養生長で結実できる。図 1 の種子の落下始めから落下終了までの期間の長さから類推されるように, 表 1 雑草の個体あたり種子生産数と千粒重の例にいだらした結実も雑草の特徴である。

雑草は小さな種子を数多く生産する (表 1)。株当たりの種子数はコムギで 200 ~ 300, イネで約 1000 である。これに対し, 雑草は格段に多い。さらに種子重の小さいものほど種子数が多い傾向がある。種子数は環

図 1 ハコベおよびシロザの出芽時期と伸長成長, 開花結実期の関係 (北海道十勝)

境の変化によって大きく変化し、図 1 でみたようにシロザの出芽の遅れた個体ではわずかな期間で結実する代わりに種子数は少なくなる。

種子の休眠性

攪乱の多い環境を生育地としている雑草の場合、種子の休眠性は 1) 1 シーズンにわずかの最適環境下で生育できるように限られた時期に発芽する、2) しかし 1 度に全種子が発芽してその後の不良環境で絶滅することのないようにしなければならないという 2 点を満たすものである。休眠性は雑草の発生を不斉一にし、除草剤の効果を低減させる。休眠性は基本的には遺伝に基づくが、環境要因の影響も受ける。

発芽・発生

休眠覚醒した種子は発芽に好適な条件になればすみやかに発芽する。休眠性や圃場環境(土壌水分・日当たり・地温)のわずかな違いで発芽は不斉一であり、防除を困難にする。発芽や出芽に要する時間は作物よりも短く、急速に地表に現れ、覆いつくす。

4. 雑草の栄養繁殖特性

近年、除草剤の普及や耕耘方法の変化などによって多年生雑草が増加している。多年生雑草のほとんどは刈り取りなどの地上部の損傷に対してすみやかに再生でき、多年生雑草の多くおよび一部の 1 年生雑草が栄養繁殖能力を持つ。耕地での優先度は概して 1 年生雑草に比べ低いけれども、防除は困難である。発達した地下器官系をもつ草種が耕地に定着した場合、1 回の防除処理で根絶させるのは困難である。これは地下器官の高い再生能力あるいは地下器官に適した防除法の未確立のためである。以下、雑草の地下繁殖器官の生理生態を概説する。

栄養繁殖器官の種類と構造

地下茎……茎と構造が同じ(維管束、節、葉に相当する部分がある)

A. 根茎……みためには根とそれほど違わない: スギナ, ヨモギ, ヒルガオなど多数

B. 塊茎……根茎の 1 ~ 数節が貯蔵物質を蓄積して肥大したもの。肥大部全体に多数の芽をもつ: ジャガイモ・オモダカ・クログワイ

C. 鱗茎……茎ではなく、葉に相当するものが肥大したもの: ユリ, タマネギ

D. 球茎……地上部の茎の基部が地中で球状に肥大したもので、先端部に少数の芽をもつ: コンニャク, グラジオラス

横走根……根茎に似ているが、組織学的には根であり、節や葉に相当するものをもたず、維管束の構造は根と同じである: キレハイヌガラシ, セイヨウトゲアザミ

耕耘に対する反応

耕耘によって根茎や根が切断されて栄養繁殖体になり、出芽して分布が広がる。逆にプラウ耕のような深耕は塊茎などの繁殖体を地中深くに埋め出芽しにくくさせる。水田の雑草は冬の低温と乾燥に弱いので、冬季の耕耘は重要な防除法となる。刈り取りによって多年生雑草の勢いが弱まることもある。

5. 雑草害

雑草害の種類(図 2)

1) 作物に直接干渉してその生育を阻害し、収量を減少させる。干渉の経路は競合(光・水・養分・空間の奪い合い)とアレロパシー(雑草の出す化学物質による作物生長の抑制)がある。

2) 一般農作業の妨げになる。

3) 害虫・土壌線虫・病原菌などを媒介したり、越冬場所を提供したりする。

4) 雑草自身が有毒物質や有害物質をもつこともある(例: ドクムギ)。

5) 収穫機の働きを妨害したり, 収穫物に混ざって収量・品質を低下させたりする.

雑草害発生の仕組み

A. 光の競合

一般的には光は競合の中でもっとも強く働くと考えられる. 養水分は補給も可能であるが, 光はそれができない. 光を奪い合うのは主に葉であるから葉の量・位置・配置が問題となる. 光の競合に有利な性質として 1) 初期生長の速さ, 2) 草高, 3) 葉面積, 4) 葉の配列がある.

図2 雑草害発生の仕組み

B. 養水分の競合

養水分の競合に有利な性質として 1) 根の分布域拡大が速い, 2) 細根の発生密度が大きい, 3) 地下部/地上部比が大きい, 4) 根長/根重比が大きい, 5) 根系の中で活動している部分が大きい, 6) 長い根毛が発達している, 7) 養水分の吸収効率が大きいなどがあげられる.

C. アレロパシー (他感作用)

アレロパシーとは一般に「生態系の中で, ある植物が環境中に放出する化学物質によって, 他の植物が直接または間接的に害を受ける現象」をさす. 植物の出す化学物質そのものが他の植物に有害でなくても, その化学物質が変化を受けて有害になることもある. アレロパシーの発現経路を図3に示す. アレロパシーに關与する雑草は多いと考えられる. しかし, その実害がどの程度なのかは競合の害もあって見積りにくい.

図3 アレロパシーの発現経路

6. 雑草の管理・防除 (図4)

雑草を目的に応じて制御する雑草管理には 1) 雑草の予防, 2) 雑草の抑圧, 3) 雑草の退治の3つがある. 雑草の防除は雑草害と防除コストとの兼ね合いで決まり, ふつういくつかの方法を組み合わせで行う.

・雑草生態からみた防除の要点

- 1) 土中の繁殖体数を減らす: 種子などの生産や生存の抑制・他所からの移動の防止
- 2) 斉一な発生: 耕起・圃場条件の均一化
- 3) 発生を予測する
- 4) 防除しやすい植生にする

図4 雑草防除法の種類

・その他

- ・雑草の予防……拾い草 (特に結実前の刈り取り)・耕起・圃場周辺の整備
- ・化学的防除……除草剤
- ・機械的防除……耕起・刈り取り・マルチ・火や水の利用
- ・耕種的防除……作物の競争力の強化・被覆植物・輪作・裏作・水管理
- ・生物的防除……天敵 (寄生植物・昆虫・病原菌) の利用

雑草の防除法

雑草防除の基礎理念

雑草防除の手段が限られていた時代には雑草をできる限り田畑から取り除くことが収量の増加に直接結びついたため、「雑草の存在する耕地からは満足な収量を得ることはできないので、雑草を完全に駆除して耕地をつねに清潔に保たなければならない」(Pammel, 1920)という考えが支配的だった。除草剤の出現までは田畑の雑草を完全に除くことは実際にはほとんど不可能であり、除草し残した雑草が多量の種子や地下茎などで繁殖したりするので、できる限り雑草を除くことは十分に理のあることだった。しかし、この通年が現在、除草剤を多用する傾向を助長していることも確かである。

雑草には作物との競争において優位を示し、作物の生育・収量を低下させる雑草と、ほとんど作物に害を与えないものがあり、有害な雑草もその生育時期や環境に応じてその害の程度が異なる。雑草は害のない程度、もしくは収益の減らない程度に調節しておけば十分である。すなわち除草剤などの雑草防除にかかるコストを考慮した上で防除法を検討する必要がある。

従来まではいくつかある雑草の防除法を相互に組み合わせることで有機的に効率的に活用していたとはいえ、雑草の草種に応じた防除もされてこなかった。このことが強力な除草剤をただやみくもに使い、抵抗性雑草を生む一因となったといえる。経済性を考慮に入れ、近年の農業の変化の中におけるより合理的な雑草防除を行うためには諸方法の個別的改良にとどまることなく、対象とする雑草および作物の生理生態的特性、雑草群落の特性、推移、作物対雑草の競合機構、作物・雑草に対する除草剤の作用特性など防除の基礎を明らかにし、目的とする雑草にもっとも適し、しかも作物の生長を助長するように、諸方法を巧みに組み合わせた防除体系の確立をしていかねばならない。

・防除手段の分類

A．耕種的防除法（生態的防除法）

耕起・整地による方法および耕種様式の変更による方法などを用い、防除のための特別な労力を特に必要としない。この手段を採用する基礎は作物ならびに雑草の生理生態的特性におかれている。

例：耕起・中耕による方法，輪作，密植，被覆（マルチ），かんがい

B．機械的防除

機械的防除の特徴は耕種的防除と異なり、雑草や作物の生理生態的特性に関係することは少なく、画一的に各作物共通的に行われる性格（無選択性）である。草種と関係なく1回の除草でいずれの草種も除去できる利点を持っているが、一方で、作条中の雑草防除が困難であること、細かい作業がやりにくいという欠点がある。近年、除草剤による防除が中心であるが、除草効果、安全性、作業能率などの点で畑の除草では機械的防除は欠かせない。

例：カルチベーター，培土機，ロータリーホー

C．生物的防除法

寄生性・採食性・病原性などを対象雑草に対して持つ生物を利用する防除法である。この利点は安価で更新を必要としない永久的な防除効果を上げることができる、環境汚染がない、目標としない生物を危険にさらすことがないなどである。ことに広範囲にわたって不規則に分布する特殊な雑草の防除に有効である。しかし、問題点も多い。昆虫を利用する場合、防除対象の雑草のみを食べる虫を見つけるのは難しい。昆虫が移動して思わぬところで繁殖し、被害を与えることも考慮しなければならない。複雑な生物の食物連鎖の中である特定の生物を増やして雑草防除を行う際、どのような問題が起こるか予測が難しい。

例：カブトエビ，合鴨，貝類

D．化学的防除

近年、非常な発達・普及をみた除草剤利用による化学的防除法は、土壌を移動することなく、作物の立ち毛中にでもでき、簡単でしかも能率的な方法である。しかし、「除草剤による雑草防除は耕種操

作による防除に代替するものではなく、これを補うものである」(Willard, 1954)という言葉の通り、その特徴を十分把握して、他の防除法と組み合わせを考え、効果的に実施することが必要である。

除草剤による防除法の特徴は以下ようになる。手取り除草よりもその効果は大きく、かつ完全であり、根で再生してくる雑草にもきわめて有効である。株際のように機械では除草しにくいようなところでも効果を発揮する。しかし、薬剤の効果は強力で、使用法を誤れば作物に薬害が生じる。

除草剤が作物には害を与えずに、雑草だけを枯らす作用機構としては1)位置の違いや時間的なずれをねらった選択性、2)生理的な差(透過・吸収・移動性)を利用した選択性、3)生化学的な差(作用点・活性化・不活性化)を利用した選択性などがある。近年ではラウンドアップ耐性の遺伝子を導入した作物によって、本来は選択性のない除草剤でも作物は枯らせないようにすることも可能となっている。

主要雑草の識別

双子葉植物

タデ科 葉柄の基部の筒状の托葉が特徴。花は小型でがくだけのものである。

栽培植物 ソバ 雑草 スイバ・ギンギシ

アカザ科 葉は単葉で互生か対生。花はがくだけの花で円錐花序に着く。

栽培植物 ホウレンソウ・テンサイ 雑草 アカザ・シロザ

ヒユ科 雑草種は楕円か卵形に近い柄の長い葉をつける

栽培植物 ケイトウ・センニンコク 雑草 イヌビユ・アオビユ・ホソアオゲイトウ

ナデシコ科 葉は対生、全辺。花弁は5枚だが切れ込みがあり、10枚に見えることもある

栽培植物 カーネーション 雑草 ハコベ・ミミナグサ

キンポウゲ科 ボタンのように葉が掌状に3つに分かれる。もしくは1枚の葉が3枚の複葉からなる。

栽培植物 ボタン 雑草 キツネノボタン・タガラシ

アブラナ科 越冬時ロゼット化し、根出葉を出すものが多い。花は花弁、がくとともに4枚、雄ずいは6本あり、うち4本が長い。

栽培植物 ナタネ・ダイコン・ワサビ 雑草 ナズナ

マメ科 複葉であり、花は蝶形花。根に根粒菌が着くことが多い。

栽培植物 ダイズ・スイートピー 雑草 カラスノエンドウ・クサネム

ブドウ科 掌状の葉、つる性。中には複葉もある。

栽培植物 ブドウ・ツタ 雑草 ヤブガラシ



図5 イヌタデ



図6 シロザ



図7 ホソアオゲイトウ



図8 クサネム

ミソハギ科 葉は対生で長く、葉柄がないかほとんどなく、葉の基部は茎を抱くものが多い。

栽培植物 サルスベリ 雑草 ミソハギ, ヒメミソハギ, キカシグサ
セリ科 切れ込みの多い複葉, 茎の基部は茎を抱く.

栽培植物 ニンジン・セロリ 雑草 セリ・チドメグサ
ヒルガオ科 アサガオのような葉と花が特徴.

栽培植物 サツマイモ・アサガオ 雑草 ヒルガオ
シソ科 茎は4稜形. 特有の香りを有し, 葉は対生. 先端で4~5カ所裂けた唇形の花弁の筒状花.

栽培植物 シソ・サルビア 雑草 ヒメオドリコソウ・ホトケノザ
キク科 筒状花と舌状花からなる頭状花. 果実は1種子性の瘦果で冠毛を持つことが多い.
栽培植物 キク・フキ 雑草 ヨモギ・タンポポ・セイタカアワダチソウ



図9 スベリヒコ



図10 ブタクサ



図11 カタバミ

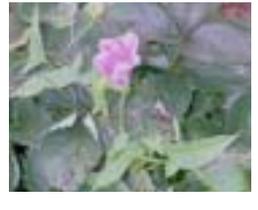


図12 ヒルガオ

ヒメミソハギ

コナギ

イヌホタルイ



図13 水田に生えるいろいろな雑草

単子葉植物

イネ科 葉は互生. 葉に葉舌ときには葉耳が着く

栽培植物 イネ・コムギ 雑草 スズメノカタビラ・タイヌビエ・エノコログサ
カヤツリグサ科 葉は3方向につき, 茎は3稜性.

栽培植物 シチトウイ 雑草 ハマスゲ・カヤツリグサ



図 14 メヒシバ



図 15 タイヌビエ

エノコログサ



カモジグサ

図 16 エノコログサとカモジグサ



マツバイ

タイヌビエ

図 17 タイヌビエとマツバイ



図 18 スギナ