土地被覆/生物測定の実施方法

土地被覆/生物測定の観測目的は以下である。

1．グローブ観測地域内での様々な測定は人工衛星データによるデータを確かめたり、どのような植生変化があるのか、人工衛星データによるマップを確かめるために、科学者によって活用される。
2．グローブ観測地域内の多くの観測地点での観察結果は、人工衛星データから作成された土地被覆マップを有効にするために活用される。
3．グローブ観測地域の土地被覆地図を作成するために。この地図はあなたの地域の環境を学ぶ時に活用できるし、コンピュータを活用したこれらのデータ活用によって、学校のまわりの環境に関することを知ることができ、またその周りで起きる変化をモニターすることもできる。

研究のための学習サイト

土地被覆/生物測定では２種類の学習サイトを必要とする。一つはグローブ学習地域と呼ばれ、１５ km 四方であり、あなたの学校はその中心近くに位置せねばならない。またこの地域の人工衛星画像がグローブ US より提供されることになる。そして、この地域の土地被覆地図を描き、この中の観測サイトで観察を進め、詳細な観測を行うこととなる。

グローブ学習地域内で、土地被覆観測サイトを選択することが必要となる。そこでは、詳細な観測や観察が行われる。土地被覆観測サイトでの学習の目標は、ランドサット TM 画像ピクセルの概念の理解を助けることにあり、科学的な目的をねらい、地表面の観察を行うために、グローブ学習地域内に観測サイトが設定される。

土地被覆観測サイトは９０メートル四方の範囲内では土地被覆状況が均一であること。均一な場所が９０メートル四方より大きいならば、観測サイトはその場所の中央に位置するように設定すること。人工衛星の画像に対してその観測場所を正確に位置しておくために９０メートル四方の場所は必要となる。この場所は、９枚のランドサット TM 画像に対応する。

２種類の土地被覆観測サイトがある。それは定性的、定量的な観測サイトである。GPS レシーバーを使って緯度、経度、高度がそれぞれの観測サイトで決定され、土地被覆の分類が MUC システムを活用して行われ、そして観測サイトの中央から写真を撮ることとなる。定性的な土地被覆観測サイトはこれらの観察だけで終了する。定量的な土地被覆観測サイトでは、植生の

観測や土地被覆クラスの解析が必要となる。両者の観測サイトとも、１回だけの訪問でいいが、少なくとも定量的な土地被覆観測サイトでは、その中に生物測定サイトを設けなければならないので、この場合、訪れるのは１回ではすまない。このサイトは植生と関係をもつ長期のデータを得るのに必要であり、生物測定サイトは定量的土地被覆観測サイトの中央に位置しなければならない。Forest, Woodland, Herbaceous vegetation の均一な場所は定量的な観測サイトになる。そしてここの観測では MUC システムについて学ぶこととなる。

以下のステップは、土地被覆/生物測定学習を実施するステップを示している。最初のステップは、一般的な土地被覆タイプを決めることである。

MUC システムについて

グローブプログラムでは MUC システムを使用する。これは生態学的なシステムで国際的な標準でもあり、そしてそこでは生態学的な言葉を使用する。国際標準の分類によって、全てのグローブデータはこのデータセットに組み込まれ、多くの地表面データが集められ、リモートセンシングのデータが有効になっていく。この分類システムによって、グローブ参加学校は地球上のある地点での土地被覆を正確に述べることとなる。

MUC システムは２つから構成されている。一つは分類の概要で、ピラミッド型のリスト一覧がある。もう一つは用語集で、基準や定義を述べている。分類する前に、まず土地被覆のそれぞれのクラスの定義を調べて、それらを認識しておくことが大切である。例えあなたが forest がどのようなものであるかを知っていても、しかもあなたの観測サイトが事実 forest であってもその定義を一度確認しておく必要がある。

MUC システムはピラミッド型である。レベル１クラスでは１０のクラスが存在する。これらはわかりやすく、同定は容易い。レベル１の各クラスの中には、２つから６つの詳細なレベル２クラスがある。レベル２クラスはまだ容易く区別することができるが、レベル３や４ではより特別なコミュニティや植生がある。MUC システムのピラミッド型は分類を優しくしている。それぞれのレベルでは、選択は限られている。このようにして MUC システムは１５０以上のクラスがあり、それぞれのステップで土地被覆タイプを３から５つの選択肢より選ぶこととなる。

土地被覆/生物観測の学習を進めるために、レベル１の MUC クラスを同定することがまず必要になってくる。このレベル１はそれほど難しくはなく、観測サイトの土地被覆の見積もりを視覚的に行なうことでそれらを同定できる。次のページの表に、１０のレベル１クラスを示す。全ての MUC レベル１は優先的な土地被覆タイプによって覆われるものの割合で決定される。

MUC code	MUC lebel1 classes	Coverage required
0	Forest　森林	樹木 40％以上、樹高 5m 以上、樹冠が重なり合っている
1	Woodland　樹群地	樹木 40％以上、樹高５ｍ以上、樹冠が重なり合わない
2	Shrubland　疎林	0.5-5m の低木 40％以上
3	Dwarf Shrubland 低木（疎林）	矮性、0.5 ｍ以下の低木が 40％以上
4	Herbaceous Vegetation 草地	草本植生 60％以上
5	Barren　裸地	不毛地、荒れ地、植生が 40％以下
6	Wetland　湿地	植生 40％以上、湿原や湿地など
7	Open Water　開放水面	水域が 60％以上
8	Cultivated　耕作地	耕作された植物が 60％以上
9	Urban　都市	ビル、舗装面などの都市的土地被覆が 40％以上

MUC レベル１クラスの同定

１．土地被覆観測サイトとして均一な土地被覆の場所を選択しなさい。
２．優先的な土地被覆の割合。
３．MUC レベル１クラスのそれぞれの定義を理解するためにそれらを説明すること。
４．MUC システムプロトコルで示された分類の方法の各ステップを進めなさい。

MUC レベル１クラスを決めたら、土地被覆観測サイトのプロトコルの一つを行なったことになる。もし、そのサイトが forest, woodland, herbaceous vegetation であるならば、定量的な土地被覆観測サイトとして位置づけ、生物測定を行なうことになろう。他のレベルの場所では、生物測定は必要でない。この場合、この場所は定性的な土地被覆観測サイトとみなす事となる。

いろんなサイトを選定すること

一般的に、グローブスクールは生物測定の場所として定量的な土地被覆観測サイトを一つ確立することとなるが、より多くのサイトを作ることもできる。グローブ学習地域内の主な土地被覆のタイプを１つかそれ以上の土地被覆を確立すること。まず普通のタイプから始めて、他のタイプを加えていくこと。GPS を入手できた時は、そのサイトの中心の緯度、経度、高度を測定しなさい。土地被覆観測サイトを追加することは土地被覆マップの正確性を実証するため

に大切であるが、それはかなり時間のかかることであることを理解しておく必要があろう。

定性的および定量的土地被覆観測サイトと土地被覆マップでのそれらの活用

グローブのプロトコルでは定性的、および定量的な土地被覆観測のデータがある。これには2つの目的があり、（1）土地被覆マップをラベルする時重要になり、（2）分類された土地被覆マップの正確性を評価することの目的を持っている。Training data も validation data も９０ｍ四方のサイトから得られ、これらのサイトは土地被覆観測サイトと呼ばれ、その中の土地被覆は均一なものであることが必要となる。

以下の定義はデータの収集やその方法における違いを理解するに必要なものとなる。
Training Data：土地被覆観測サイトで収集されたデータはＴＭ画像の未知のクラスターを同定したり分類したりするのを支援することになり、またＴＭ画像の説明や概説におい役立つこととなる。これらのデータは定性的、または定量的なデータ収集方法で集められる。このTraining dataはマップの正確性を評価することには使われることはない。それらは練習過程で活用されるものである。

Validation Data：土地被覆観測サイトでの収集されたデータは、ＴＭ画像の解説や分類を使用することで作成された分類図の正確性を評価するためのものである。これらのデータは定性的または定量的なデータ収集の際に集められる。マップ上でありうる土地被覆についてできるだけ多くのデータを集めることが推奨される。なぜならば、多くのサンプルは正確な評価において必要となるからである。これらのデータは正確性をみる時に活用される。

Qualitative Data：グローブでは､観測サイトでの定性的な観察で3つののことが求められる。

（1）ＧＰＳを使って緯度、経度、高度を測定し決定すること、
（2）そのサイトでの生徒による観察によりＭＵＣクラスを記述し、
（3）4つの主要な方角（つまり、南北東西）に写真を撮ることである。

この定性的な土地被覆観測データは初歩的な学習で､例えば自分の地域にはどのような土地被覆タイプがあるのか、そうした土地被覆タイプはＴＭ画像との関連の学習に活用される。

Quantitative Data：定量的な土地被覆観測は上記MUCクラスの0、1、４の場合のみで行われる。定性的な土地被覆観測サイトで得られた観察に加えて、定量的な観測サイトでは、生物測定で行われる観測が行われる。これらのデータは主に人工衛星の画像から作成されたマップの有効性のために行われる。その後の生物測定は、森林や草原植生のより完全な理解を提供す

ることとなる。

マッピングと正確な評価過程

図 LAND―L－４は、土地被覆マップ作成における論理的なステップを、また正確性を評価するステップを示している。

表　土地被覆マッピングにおける定性的、定量的データの活用

	データの種類、タ イプ		
		定性的土地被覆観測サイト	定量的土地被覆観測サイト
データの目的	Training Data	マップ作成や開発で土地の状況を得ること；土地被覆クラスを決めること	実際の土地にある土地被覆タイプの理解と画像での土地被覆タイプの理解を得ること
	Validation Data	統計的に有効なマップのために十分な土地被覆観測サイトを得る	マップの正確性の評価にとってもっとも良い、森林や草原のより詳細な情報などはマップの正確性を寄り高める。

ステップ１：TM 画像を活用して manual interpretation を行う。TM 画像は同一の土地被覆タイプに分けられる。マルチスペックを活用しても良いし、手書きでもよい。

ステップ２：分けられたエリアの MUC クラスを決める。ステップ１で分けられた地域、またはクラスターに対して、MUC コードを決めなさい。その際、生徒のそのエリアに対するこれまでの知識や定性的、定量的観測サイトにおける練習データからコードを決めなさい。

ステップ３：一端、土地被覆マップが作成されれば、追加の土地被覆観測サイトで有効なデータを得ること。マップの正確性を高めるためである。さらに、多くの有効な観測を行う。

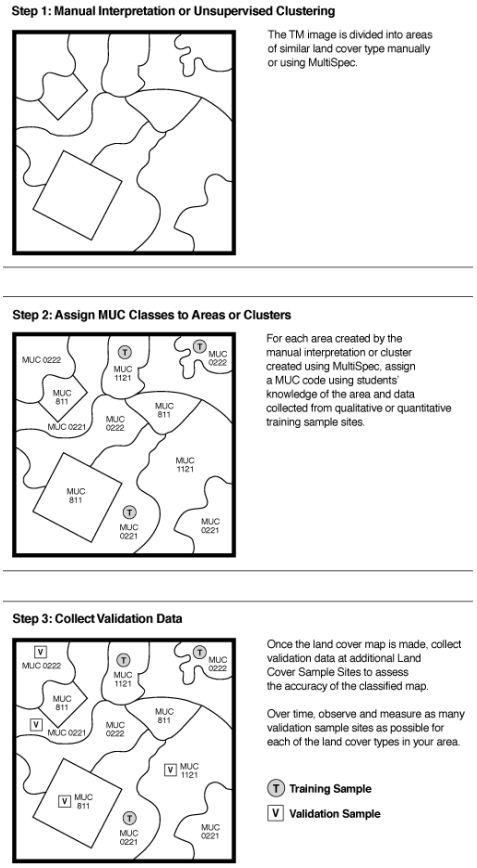


図 LAND―L－４

プロトコル１：定性的な土地被覆観測

- 目的：定性的な土地被覆サイトを観察し、適切な野外データを収集し、そして土地被覆マップを完成させること。
- 概要：定性的な野外データは、定量的なデータ収集ができない場所で行われ、グローブ観測地域内に存在する土地被覆クラスのそれぞれに対して最低１つのデータが定性的土地被覆観測サイトとして得られることになる。
- レベル：全て
- 時間：２０分から４５分
- 頻度：それぞれの土地被覆観測サイトにおいて一度だけ行うこととなる。
  様々な土地被覆観測サイトがあることが望ましい（土地被覆クラスごとにあればそれを観測することが望ましい）。
- コンセプトと技能
  コンセプト：土地被覆マップ、土地被覆分類、GPS、野外観測
  技能：場所の決定、GPS の使用法、コンパスやデンシオメータまたクリノメータの使用法、歩幅の決定

- 道具と資料：グローブ観測地域の TM 画像のハードコピー（natural color）、グローブ観測地域の TM 画像のハードコピー(color infrared)、コンパス、デンシオメータ、クリノメータ、GPS、カメラ、MUC 分類システム
- 準備：特になし
- 前提条件：土地被覆分類の学習

はじめに

定性的なデータを集める目的は、グローブ観測地域に精通すること、主な土地被覆タイプの同定を行うことである。そのサイトの中心で GPS レシーバを使い、また MUC 分類システムを使って土地被覆を分類することになるが、これらのデータは比較的短時間でかつ効果的に収集することができる。

方法

ステップ１：土地被覆観測サイトの選定

- グローブ観測地域の TM 画像を活用するかまたは実地の観察で、均一な土地被覆（９０メートル四方）をもつ場所を土地被覆観測サイトとして選定。
- TM 画像を見ながら、その場所に出かけてみる。

ステップ２：GPS による位置決定

- GPS をまず入手しなさい。GPS をもっていないなら、観測サイトの中心にマークをして、GPS を入手できた時に再び戻って座標を記録する。
- GPS を使って、土地被覆観測サイトの中心の緯度、軽度、高度を決定する。
- これらのデータを GPS データワークシートに記録し、平均的な緯度、経度、高度を記す。

ステップ３：写真

- このサイトの中心から４つの方角（北、南、西、東）に向かって写真を撮る。
- これら写真のプリントを２セット準備する。デジタルカメラで撮ってもかまわない。
- それぞれの写真には土地被覆観測サイトの名前、方角を記す。
- １セットは保存し、もう１セットはグローブに写真を送って下さい。デジタル写真の場合、ファイルのコピーを送って下さい。

ステップ４：MUC クラスの決定

- MUC クラスを決定するために MUC Protocol を実施なさい。
- MUC クラスをデータワークシートに記録しなさい。

ステップ５：データの報告

・ 学校の地域データの中にそのデータを記録する。
・ 定性的土地被覆観測サイトのデータインプットシートからグローブにデータを送信する。
・ 写真のコピーをグローブのデータアーカイブに送ること。

ヒント：歩幅

歩幅による距離の計測は、定性的また定量的な土地被覆観測サイトでの樹冠や草本の調査の際に活用される。歩幅の長さや歩数については以下の通りである。

一歩の歩幅の測定
ステップ１：広く平坦でオープンな場所に３０メートルの巻尺を置いて、
ステップ２：つま先を０メートルとして、そこから歩き始め、１０歩進みなさい。ただし、ストライドはノーマルやリラックスしてあることが大切。
ステップ３：１０歩つま先の所の巻尺にマークし、長さを１０で割りなさい。
ステップ４：この測定を３回繰り返し、平均を出しなさい。
１ユニットまでの歩幅の数を決定する方法
MUC や定性的、また定量的なプロトコルでは１ユニット（２１．１メートル）の距離の樹冠やグラウンドカバーのデータを収集することになる。
ステップ１：２１．２メートルの距離を測り、そこを０メートルから２１．２メートルまで歩き、その歩数を数えなさい。
ステップ２：これを３回繰り返し、平均を出しなさい。

プロトコル２：定量的土地被覆観測

- 目的：定量的な土地被覆観測サイトを決め、適切な野外データを収集し、そして土地被覆マップを完成させること。
- 概要：グローブ観測地域の中で最低１つの定量的な土地被覆観測サイトがひつようになる。
- レベル：全て
- 時間：１から２時間
- 頻度：一度だけ行うこととなる。
  様々な土地被覆観測サイトがあることが望ましい。できるなら MUC レベル１クラスの０，１，４がそれぞれグローブ観測地域内にあれば、それらをそれぞれ定量的土地被覆観測サイトとしてみることもできる。
- コンセプトと技能
  コンセプト：土地被覆マップ、土地被覆分類、GPS、野外観測

技能：場所の決定、GPS の使用法、コンパスやデンシオメータまたクリノメータの使用法、歩幅の決定

- 道具と資料：グローブ観測地域の TM 画像のハードコピー（natural color）、グローブ観測地域の TM 画像のハードコピー(color infrared)、コンパス、デンシオメータ、クリノメータ、GPS、カメラ、MUC 分類システム、土地被覆/生物観測野外データワークシート
- 準備：特になし
- 前提条件：土地被覆分類の学習

はじめに

定量的な観測サイトでの有効なデータは詳細な地上の状況を提供する。これらのデータはリモートセンシングマップの正確性を定量的に評価する時に活用されることになる。

グローブ観測地域内の土地被覆クラスに関する有効なデータを得ることは大切で、こうしたデータの収集は継続されるべきであり、結果として貴重な有効データのデータベースとなる。

定量的なデータ収集のステップ

ステップ１：定量的な土地被覆観測サイトの選定

- グローブ観測地域の TM 画像を活用するかまたは実地の観察で、均一な土地被覆（９０メートル四方）をもつ場所を土地被覆観測サイトとして選定。
- TM 画像を見ながら、その場所に出かけてみる。
- 注意深く消すことのできるマーカーでこのサイトのセンターを記す。

ステップ２：GPS による位置決定

- GPS をまず入手すること。GPS をもっていないなら、観測サイトの中心にマークをして、GPS を入手できた時に再び戻って座標を記録しなさい。
- GPS を使って、土地被覆観測サイトの中心の緯度、軽度、高度を決定しなさい。
- これらのデータを GPS データワークシートに記録し、平均的な緯度、経度、高度を記しなさい。

ステップ３：写真

- このサイトの中心から４つの方角（北、南、西、東）に向かって写真を撮る。
- これら写真のプリントを２セット準備する。それぞれの写真には土地被覆観測サイトの名前、方角を記する。

ステップ４：MUC クラスの決定

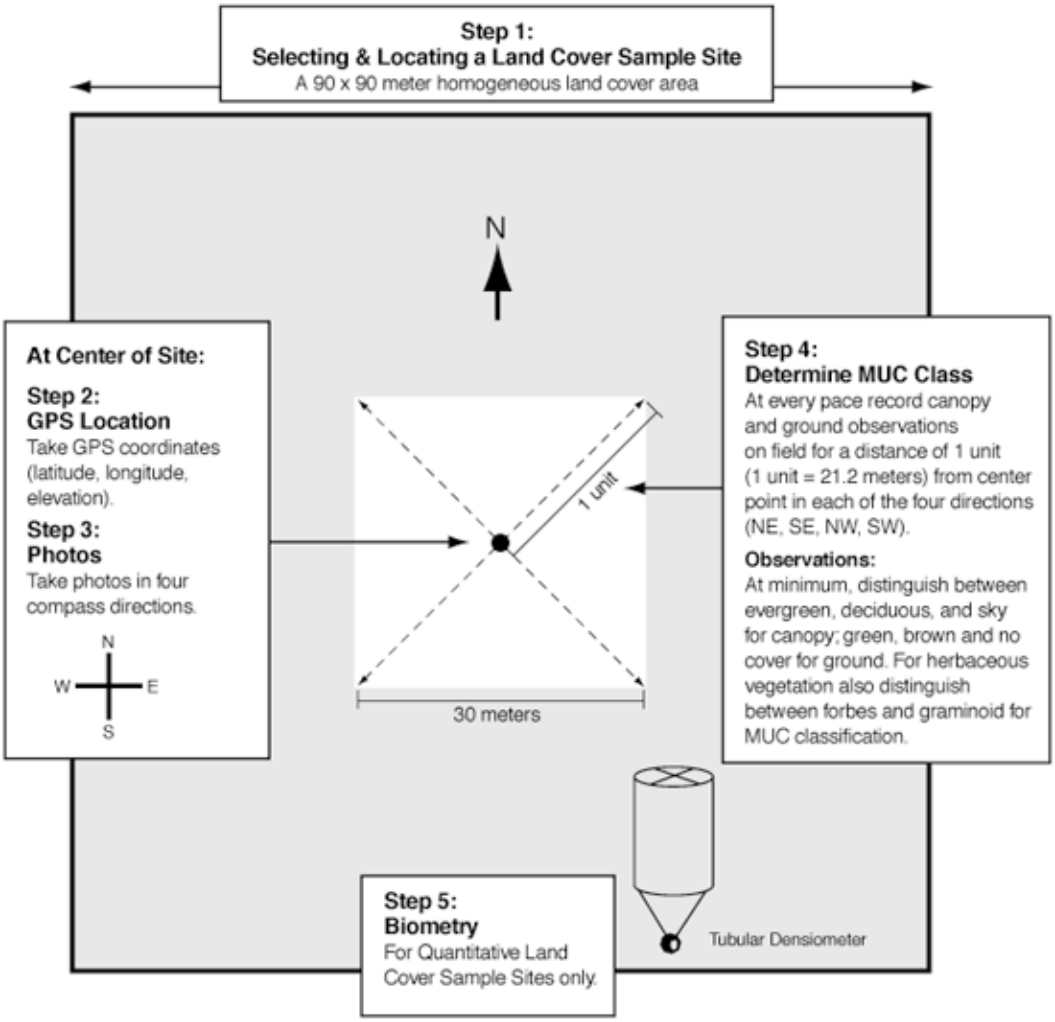
- MUC クラスを決定するために MUC Protocol を実施なさい。
- MUC クラスをデータワークシートに記録しなさい。

ステップ５：生物測定

- サイトが森林ならば（MUC クラスが０または１の場合）、森林の生物測定を実施する。
- もし、サイトが草本の場所（MUC クラスが４なら）なら、草地の生物測定を実施する。

ステップ５：データの報告

- 学校の地域データの中にそのデータを記録しなさい。
- 定量的土地被覆観測サイトのデータインプットシートからグローブにデータを送信しなさい。
- 写真のコピーをグローブのデータアーカイブに送ること。



プロトコル３：土地観察と生物測定

- 目的:生物観測サイトと土地被覆定量観測サイトで測定をおこなう。
- 概要:森林または草原での測定から、光合成量を推定することができる。
- レベル:全てのレベル
- 時間:半日から１日
- 頻度:生物観測サイト」では、年 1～2 回、土地被覆定量観測サイトでは年 1 回。
- コンセプトと技能:
  コンセプト:ピクセルサイズ、樹冠植被率、地表植被率、樹高と幹回り、草本の乾燥重量、優占種と準優占種、土地被覆分類
  技能:クリノメータとデンシオメータの使用、コンパスによる方向測定、土地の

測量、種の同定、二分岐式検索表の使用、歩幅測定

- 道具と資料:

  森林部:

  二分岐式検索表、クリノメータ、円筒形デンシオメータ、50m のテープ、コンパス、巻尺、道路地図と地形図、杭または旗(5 ケ)、GPS レシーバ、筆記用具

  草地部:

  鎌またはハサミ、採集袋（大きいもの）、旗または 1m 方形枠、紙袋、乾燥機、0.1g まで測れる天秤、GPS レシーバ
- 準備:観測サイトの選択、プロトコルの予習
- 前提条件:なし

地表の観察と測定は土地被覆観測の中核をなす部分です。生物観測サイトと土地被覆観測サイトで土地被覆を観測・記録します。サイトが自然植生の場合には、その優占種を決定するとともに、「生物測定」と呼ばれるいくつかの測定　－　樹冠と地表の植被率、木本の樹高と幹回り、草本の現存量（バイオマス＝乾燥重量）、植生の季節変化　－　をおこないます。これらの測定プロトコルを以下に説明します。

１．生物観測サイト(30m x 30m)と土地被覆観測サイト(90m x 90m)の設定

ここではサイトを実際に決定する方法を説明します。

歩幅を調べる

それぞれの歩幅を知ることが重要です。歩幅は、樹高や樹冠植被率、地表植被率の測定、サイトの決定に役立ちます。

野外調査では、距離のおおよその把握が必要となります。たとえば試料を採取するときのトランセクト（transects）長、観察区画の大きさを知るのにおよその距離を測ります。簡単な方法は歩幅を用いることです。自分の歩幅（左右２歩分）を知っていれば、歩数から距離を概算することができます。ふつう次のような方法がとられます。

1. １歩幅は左右２歩分です。

   例

１回目	17.0m（10 歩幅）	＝1.7m（1 歩幅）
２回目	17.5m	＝1.75m
３回目	16.8m	＝1.68m

   平均 1.71m

2. 駐車場、野原、ホールのような平らで広い場所に 50m 巻尺の布テープを伸ばしてください。
3. 布テープの 0m から、ふつうのストライドで 10 歩幅歩いてください。
4. 10 歩幅のところに印をつけてください。
5. その値を 10 で割れば１歩幅がわかります。
6. この測定を３回おこない、３回の平均を計算しましょう。

生物観測サイトの決め方

コンパスと 50m の巻尺を使って、30m x 30m の生物観測サイトを決定します。また、この区画の対角線を決定して印をつけておきます。この対角線は地表と樹冠の植被率を測るときに使います。

1. 生物観測サイトのコーナーを一つ決め、マーカー（第一マーカー）を置きます。
2. 第一辺の決定。第一マーカーから北または南へ 30m の位置に第二マーカーを置きます。（東西方向でも可）
3. 第二辺の決定。第二マーカーから第一辺に直角に 30m 測り、その位置に第三マーカーを置きます。
4. 第三辺の決定。第三マーカーから第二辺に直角に 30m 測り、その位置に第四マーカーを置きます。
5. 第四辺の決定。第四マーカーから同様に 30m 測ってください。その位置が第一マーカーとほぼ一致すればサイトづくりは成功です。一致しないようなら、各辺の方向、長さを確認してください。

土地被覆観測サイト(90m x 90m)の決め方

上記の 1～5 を繰り返してください。ただし、一辺の長さは 30m ではなく 90m です。

２．優占種と準優占種の同定

種の同定を観察する時期

GLOBE プログラム実施期間内に一回おこないます。時期は植物が葉を展開した好天の日がベストです。

優占種と準優占種の決め方

決定した生物観測サイトと土地被覆観測サイトの土地被覆特性を調べましょう。この調査は生物観測サイト、または土地被覆観測サイトの中央にある 30m x 30m の「センターピクセル」でおこないます。はじめに、巻末資料にある MUC 分類表を用いて土地被覆の分類をおこないます。優占種と準優占種の決め方は次のとおりです。

1. **もし観測サイトが、都市、耕作地、水界、荒れ地（MUC レベル 1 分類で 9,8,7,5）なら、優占種を決める必要はありません。** 単に MUC レベル 2 または MUC レベル 3 で分類してください。作物の成長状態のような特徴を記録し、写真を撮って記録してください。観測サイトの真ん中に立って東西南北方向の写真を撮ることを忘れないでください。
2. 優占種と準優占種の調査方法は、後述の「生物測定」の章の「樹冠植被率と地表植被

率の測定」方法と同じで、詳しく説明してあります。自然植生のサイトにとってはMUC の分類を決める最初のステップでもあります。種がわからないといけないので、まず優占種と準優占種とを先に調べてもかまいませんが、樹冠植被率や地表植被率の測定と同時にやってもかまいません。いずれにせよ調査を始める前に**「生物測定」の章の「樹冠植被率と地表植被率の測定」方法を読んでください。**

3. 調査は２名１組でおこないます。そして 30m x 30m の区画の２本の対角線を歩きながら、一名が地表と樹冠の調査を、もう一名が記録をします。各歩幅ごとに、頭上に被さっている種や、地表に生えている種を記録していきます（詳しくは「生物測定」の章の「樹冠植被率と地表植被率の測定」を参照）。この段階で、観察した種の学術名を知っている必要はありません。記録する場合は和名でもかまいませんし、仮の名称をつけてもかまいません。
4. 結果を表にして計算しましょう。やり方は「樹冠植被率と地表植被率の測定」の章を見てください。もし樹冠の植被率が 40%以上なら、その区画は森か、林か、潅木の茂みです（MUC レベル１分類で 0,1, 2, 3)。そして優占種は、もっとも頻繁に観察された木または潅木であり、準優占種は２番目の頻度で出現した木または潅木となります。
5. もし、樹冠が 40%以下（MUC レベル１分類で４または6）なら、木や潅木ではなく、もっとも多く観察された下生えの種（草本）が優占種となります。準優占種は２番目の頻度で出現した種（木本または草本）が準優占種です。
6. それぞれの区画を代表する樹木や下生えの植物を同定します。このためには二分岐式検索表を使ったり、知識のある人に尋ねたりしましょう。
7. ２つの優占種について、属や種の学術名（ラテン名）の最初の４文字をノートに記入しましょう。

もし、調査した区画の植生にいろいろな種が混在する場合、優占種や準優占種を特定するのは困難かもしれません。下生えの植物の場合はとくに難しいでしょう。そのようなときは、ノートに植生を可能な限り詳しく記述して、優占種/準優占種は「混在」と書きましょう。種が混在した森の場合についても同様にしてください。

種の同定

アメリカの GLOBE 参加学校に対しては、「What tree is that?」という本が配布されています。その他の国の学校は、その国の植生に詳しい専門家に、種の同定について相談してください。きっと適当な二分岐式検索表や、フィールドガイドを紹介してくれるでしょう。うまくすると、その人が学校に来てくれて生徒がおこなった同定をチェックしてくれるかもしれません。すぐれた検索表があるなら、それを使うのがもっともよい方法です。なぜなら、それが科学的に種を同定するための標準的な方法だからです。次に、二分岐式検索表の使い方について説明しましょう。

（例）二分岐式検索表の使い方。　「二分岐式」とは、「相対する二つの部分に分ける」ことを意味します。その検索表では、一つの事項を二つにわけることが繰り返されます。検索表をたっていくと正しい一つの事項に到達します。

では、つぎの検索表を用いてあなたがいま履いている靴のタイプを探してみましょう。

1. 靴は革製である ---------- 2
1. 靴は布製である ---------- 5
2. 靴にはひもがついている ---------- 3
2. 靴にはひもがついてない ---------- 4
3. 靴の高さが低い ---------- 革靴
3. 靴は高さが高い ---------- ブーツ
4. 靴は足全体を覆っている ---------- ローファー
4. 靴は足の一部のみを覆っている ---------- サンダル
5. 靴は軽い ---------- ランニングシューズ
5. 靴は重い ---------- ハイキングシューズ

この検索表では最初の選択は靴が布製か、革製か、というものです。あなたの靴が革製なら２に進みますが、あなたの靴は布製なので５へ行きます。５では靴が軽いか、重いかを尋ねています。あなたの靴は軽いので、あなたの靴はランニングシューズであることがわかります。

すべての検索表には潜在的に制限があることに注意してください。例えば、この例ではたったの６タイプの靴しかカバーしていません。広い範囲の植物を網羅した、よくできた検索表であっても、たいていある種が除外されています。例えば、多くの植物検索表は在来種のみを含んでおり、帰化植物は除外されています。もし、検索表が不備なら専門家の助けを借りなければなりません。

また、曖昧な用語の使用による制限もあります。先の例では、「重い」とか「軽い」などがこれにあたります。ベストな検索表は「低い」とか「軽い」などといった曖昧な特徴で分けるのでなく、測定値に基づいた定量的な特徴で分けていくものです。

３　生物測定（樹冠植被率、地表植被率、幹回り、バイオマス）

道具と資料:

円筒形デンシオメータ、クリノメータ、巻尺、鎌、紙袋、乾燥機、筆記用具

観測サイトが自然植生であれば、生物測定をおこないます。測定は樹冠植被率、地表植被率、樹高、幹回りと現存量（バイオマス）についてです。

自然植生でなければ以下の観測をおこないデータを GLOBE データサーバに送信する必要はありません。

生物測定をおこなう時期

生物測定のうち、樹冠植被率と地表植被率の測定は、可能なら年２回おこなってください。そのうちの一回は、植物の葉が最大量存在する成長のピークに近い時期、もう一回は活動がもっとも低い（たとえば、温帯なら落葉している時期）におこなってください。調査地が温度や雨による季節変化がないところであれば、年１回の測定でかまいません。

樹高、幹回りと草本の現存量（バイオマス）は成長のピーク時に年一回おこなってください。

樹高と幹回りの測定法

1. すでに樹冠を測定して優占種を決めているはずです。観察サイトによっては準優占種も木本となります。

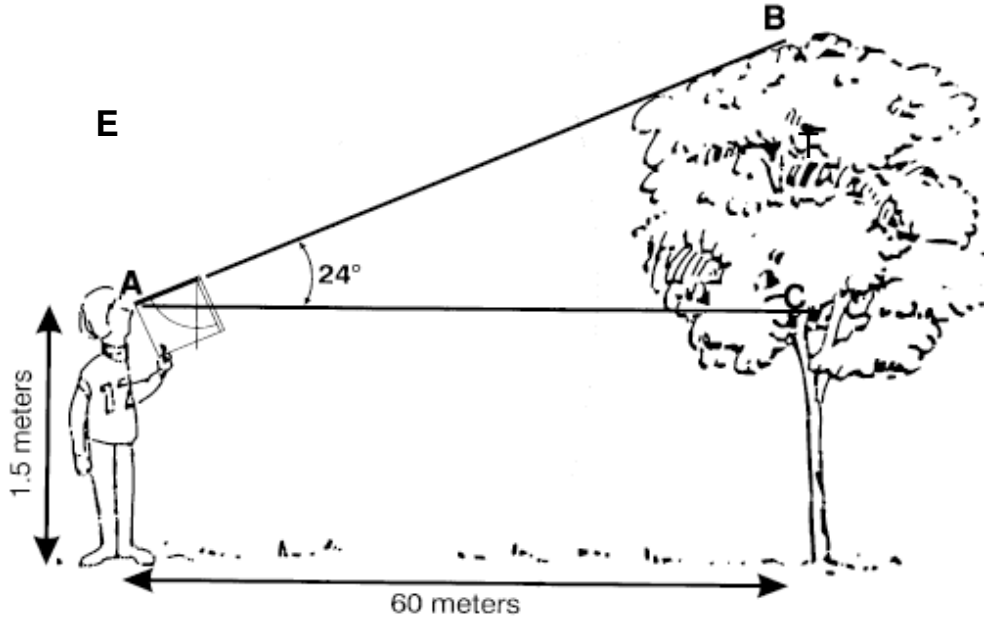
2. 優占種は少なくとも５本はあると思われます。樹冠を構成する優占種の木のなかから、もっとも大きい木と、もっとも小さい木と、その中間サイズの３本を決めます。これら５本の木に印をつけ、後で示す方法で樹高と幹回りを測定します。

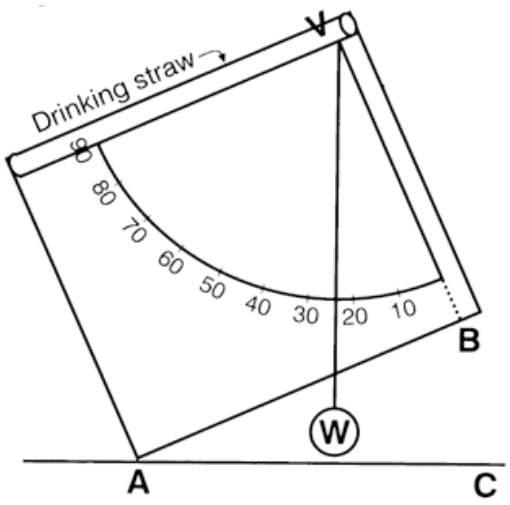
3. 準優占種がもし木本なら、それらについても樹高と幹回りを測定します。そのサイトに準優占種の木が５本ない場合には、準優占種以外の他種で補ってもかまいません。合計 10 本の木の高さと幹回りの測定値は、経時的変化を知るための基礎となります。

毎年確実に同じ木を測定できるように、10 本の木に印を付けてください。優占種の５本のそれぞれについて測った値は、合計して５で割って平均を出します。準優占種が木本なら同様にして平均を出してください。

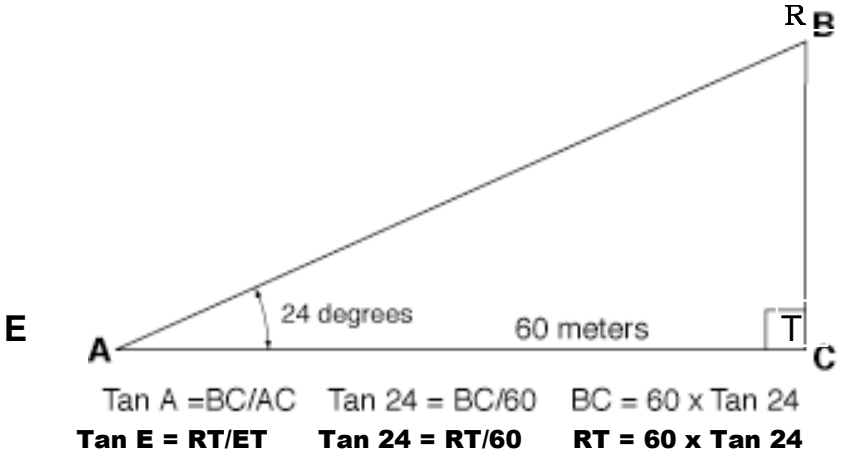
樹高の測定

1. 測定には手作りのクリノメータを使います。クリノメータは簡単な工夫で作ることができます（図参照）。このクリノメータには 0 から 90°までの目盛りのついた円弧がついています。物体をストローを通して見たとき BVW の角度が円弧から読みとれます。∠BVW は仰角∠CAB と同じです。∠CAB と∠TER も同じなので、∠BVW は∠TER となります。つまり、クリノメータは目の高さから木の頂きまでの角度を調べるのに使われています。この場合角度は 24°です。人から木までの距離 ET は 60m です。
   目の高さは 1.5m です。

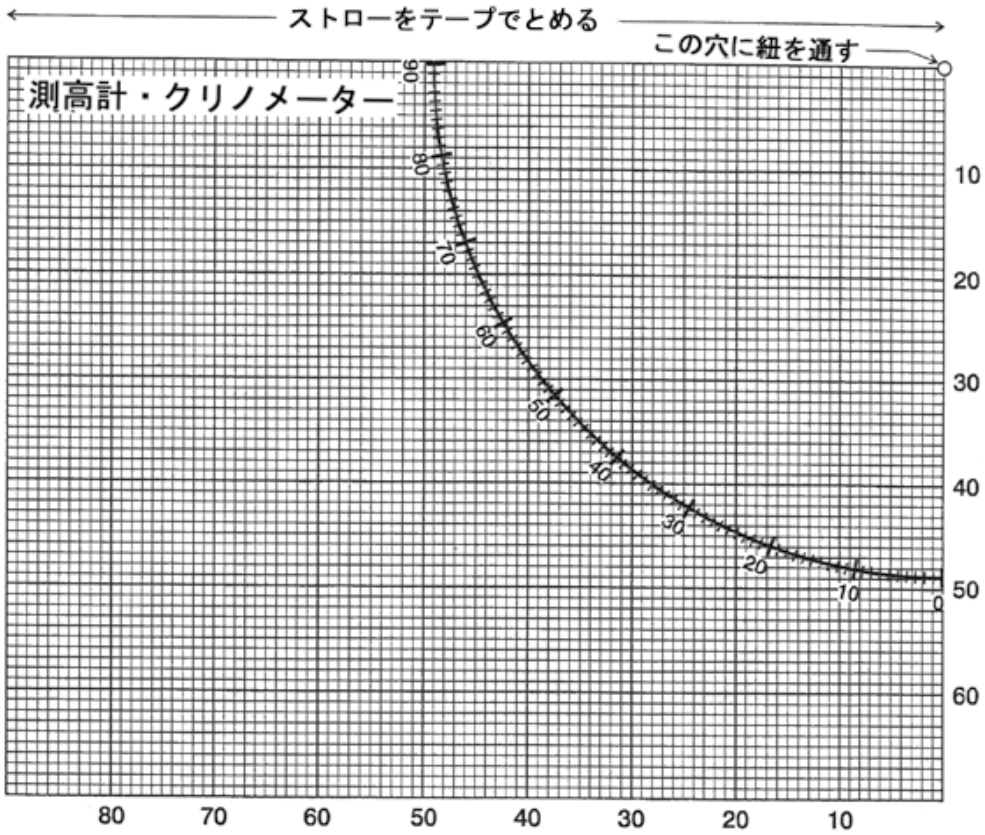




2. これらの数値を図 の三角形に入れてみましょう。それを三角比の式 に入れると RT を求めることができます。RT は 27m です。だから木の高さは 27+1.5=28.5m です。



3. 測定の練習をしましょう。屋外で高い物体を選びます。その物体は巻尺で測ることができるものにしてください。たとえば二階の窓や、高さのわかっているポールなどがいいでしょう。前述の方法で二人で物体の高さを求めます。図 の例にならって、物体とその位置をしっかりと正確に描き、高さを求めましょう。
4. では本番です。観測サイトで印をつけた 10 本の木の高さを測定します。前述の方法にしたがって測定し、記録します。



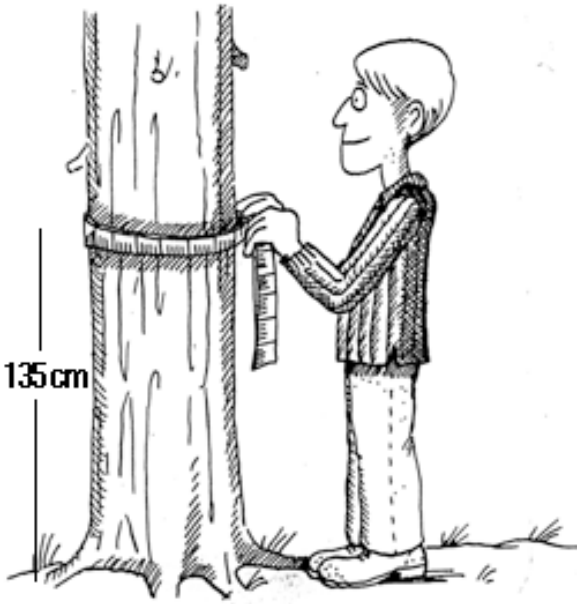
先生として注意すること

1. 幹回り　生徒に巻尺を使わせます。地上 1.35m のところの幹を巻くのに十分な長さがなければいけません。
2. 樹高　　高さの測定時に、巻尺だけではなく、歩幅で測ることも実行させましょう。クリノメータが 45°を指すところでは、その場所から木までの距離が樹高です。生徒は自分の歩幅（２歩分）をメートルに換算できますか？
3. 樹高を歩幅で示す　地面に一本の線を引いて、生徒たちの測った樹高を歩幅で示させてください。樹高の値は生徒により異なることが考えられるので、きっと基点からの距離もいろいろでしょう。ここで「きみたちはどこにいましたか？ひとりだけ離れたところにいませんでしたか？」という質問をしてください。この living graph は、正確に歩幅をとるための練習ですが、正確にデータを取るための概念を理解させるのに役立ちます。

幹回りの測定法

樹高を調べた５本（または10本）の木の幹回りを測定します。幹回りは地上から 1.35m の高さのところを測ります。この高さを胸高、または CBH（circumference at breast height)と呼びます。結果は cm で報告します。

注意：以前は直径を報告してもらいましたが、これからは幹回りを報告してください。



Source: Jan Smolik, 1996, TEREZA, Association for Environmental Education, Czech Republic

現存量（バイオマス）の測定

もし、観測サイトの優占種または準優占種が草本なら、一定面積あたりの生葉・生枝および枯れ葉・枯れ枝の乾燥重量を測ってください。生きている生物の量を現存量（バイオマス）と呼びます。現存量（バイオマス）は草地の特徴を知るための大切な概念で、樹木における樹高、幹回りと同様の情報をもたらします。現存量（バイオマス）は、土地被覆調査や、生物圏における水や栄養の循環を推定／モデル化するとき重要なデータとなります。

観測サイトが自然植生でない場合は、たとえ草木が優占種や準優占種であっても、現存量の測定をする必要はありません。

方法

この方法は草本が優占種または準優占種であるような（すなわち MUC 分類 41, 42, 43）観察サイトで実施します。学校に近い生物観測サイトでも、また、一つかそれ以上の土地被覆観測サイトでもかまいません。土地被覆観測サイトの場合は、中央の 30 x 30m の部分を対象とします。

1. 少なくとも３つの場所をアトランダムに選びなさい。もっと多くの場所を選んでもかまいませんが、その区画の大部分が根絶やしになることは避けてください。生徒に目隠しをしてぐるぐる回し、その生徒に何か物を投げさせます。その物が落ちた所がアトランダムに決めた場所です。

2. 各地点で一辺 1m の四角いコーナーを決めます。ものさしなどで測ってコーナーを決めるか、あらかじめつくっておいた 1m の方形枠を使ってもかまいません。方形枠のほうが繰り返し使うのに便利です。
3. 1m の枠からすべての植物を刈り取ってください。そのとき鎌か、はさみを使ってできるだけ根本から刈り取ってください。
   注意：土地被覆においては、「植物」とは地面から生えているものを意味します。落ちていた葉などは対象外です。
4. 刈り取った植物を生きている茎葉（生葉）と枯れている茎葉とに分けてください。葉や茎が緑色なら生きているとみなし、全体的に緑色の部分がないときには枯れているとみなします。仕分けは野外でも簡単にできますが、24 時間以内なら学校に持ち帰ってからおこなってもかまいません。
5. 生きている部分と枯れている部分をそれぞれ別の紙袋に入れます。ポリ袋は使わないでください。紙袋にはラベルをしましょう。そうすれば後で採取した場所と、中に入っているものが生きている部分であったのか、枯れている部分であったのかがわかります。区画中の植物が茂りすぎているときは、いくつかの余分の紙袋が必要です。大きい袋を一つ使うより、小さい袋をたくさん使うほうが乾燥したり、重量を測るときに便利です。
6. 袋に入れた試料を乾燥しましょう。電気乾燥機を用い、50℃ないしは 70℃以下で乾燥します。完全に乾かすのに必要な時間は、場合によって異なります。最初のいくつかの試料を使って、一日に一回袋をオーブンから取り出して秤量し、再びオーブンに戻します。重量に変化がなくなったときが完全に乾燥した時です（完全に乾燥するまでの時間の見当がついたら、何回も秤量しなおす必要はありません。）。通常は２、３日かかるでしょう。
   注意:使用する電気乾燥機は低温用です。低温用に設計されてない料理用のオーブン
   などは使えません。
   もし、調査地が乾燥した日差しの強いところなら、日向で紙袋を外に広げ、一日に１、２回ひっくりかえせばいいでしょう。この場合も中に入っている試料の一部をときどき秤量し、完全に乾燥する時間を推定します。
7. 試料が完全に乾いたら袋を電気乾燥機から一つずつ取り出して、秤量します。中身を出した空の袋も秤量します。袋の重さを引いたものが現存量（バイオマス）となります。袋が全て同じものなら、いくつかの乾燥した袋の重さを平均して、それを乾燥した袋の重さとして使用してもかまいません。秤量は分析用の天秤を使いますが、プラス・マイナス 1g が正確に測れなければいけません。このレベルの精度なら天秤でも十分です。3 カ所から刈り取った、生きた部分と枯れた部分のそれぞれの乾燥重量(g)と、その平均をノートに記録します。そして他の生物測定データといっしょに GLOBE データサーバに報告します。

樹冠植被率と地表植被率の測定

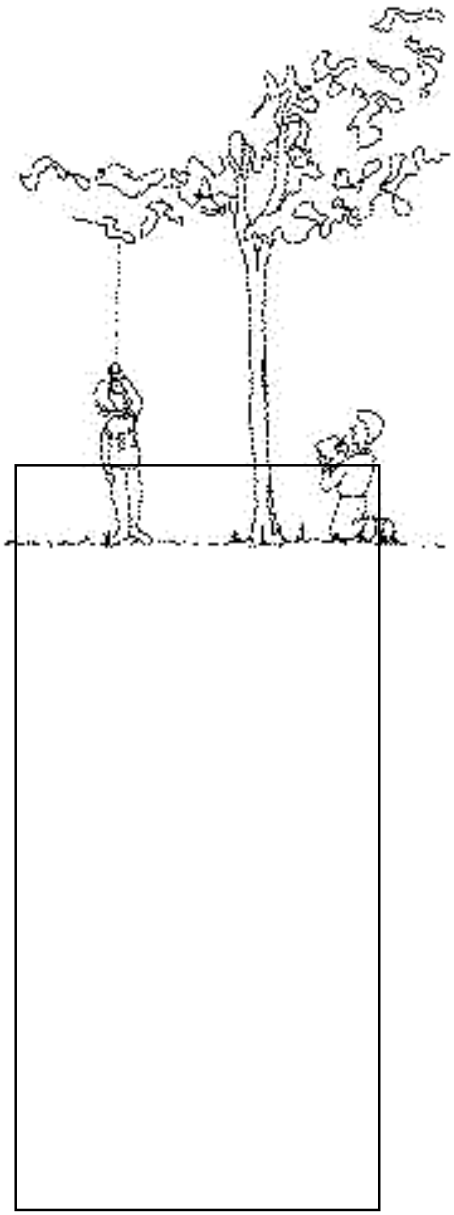
地表上の植生の量と、人工衛星からそのサイトがどのように見えるかには、密接な関連があります。樹冠植被率と地表植被率の測定によって、その観測サイトが植物にどの程度覆われて

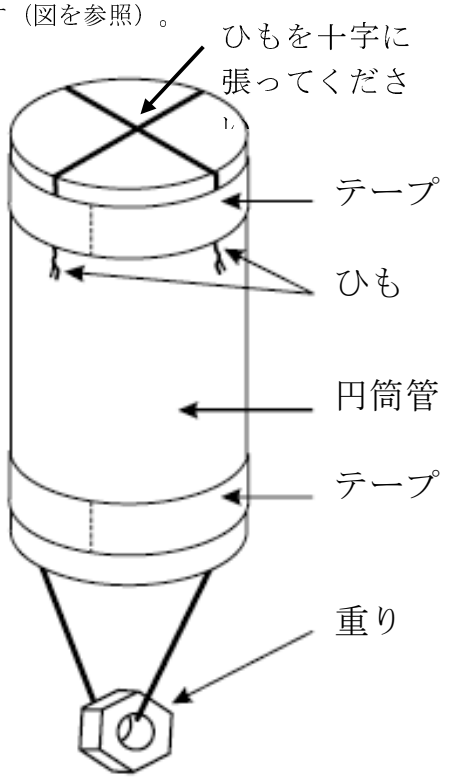
いるかを調べるのが、この測定の目的です。

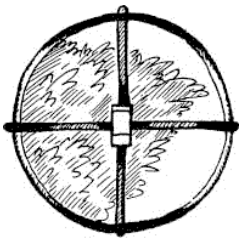
少なくとも一人がサイトの南東のコーナーから北西のコーナーへの対角線を歩いてください。そしてもう一人が北東から南西の対角線を歩いてください。歩幅ごとに、樹冠と地表の植被率をノートに記録していきます。

1. 長さ 7.5cm、幅 4cm 程度の円筒を用意し、その一端に二本の糸を十字上に張ります。
2. 円筒の反対側には、ナット（またはワッシャー）を通した長さ 18cm の糸をとりつけなさい。これが手作りのデンシオメータです（図を参照）。

樹冠の測り方







1. 各歩幅ごとに、円筒を通して樹冠を見上げてください。このときナットが二本の糸のクロスしたところの真下にくるようにします。

2. 円筒を覗いたとき、もし植物がクロス部に接していた場合には(+)を、接していない場合は(-)をノートに記録します。記録はもう一人の生徒がおこないます。

地表植被率の測り方

同時に、地表植被率も調べます。もし、膝より下の足の部分が緑の植物に触れていたら(g：green の略)を、枯れた茶色の部分に触れていたら(b:brown の略)をノートに記録します。落ちている枝や葉は無視してください。緑の植物も枯れた植物も地中に根をはやしていなければなりません。足で踏みつけた植物にも(g:green の略)または(b:brown の略)をつけてください。なにも触らなかった場合は(-)をつけます。

これらの測定は1歩幅ごとにおこない、対角線を歩き終わるまで続けます。
多数の生徒のペアにこのプロトコルを実行させ、平均を取るようにします。

注意:もし障害物があったらそのすぐ横を歩いてください。

結果と考察:

最後に、樹冠については(+)の合計を、地表については(g)と(b)の合計を出し、それぞれを観察回数で割りなさい。それに 100 を掛けたのがそのサイトにおける樹冠と地表の植被率です。もう少し詳しく説明すると、

樹冠の場合

数えた(+)の合計を観察回数(+)＋(-)で割り、100 を掛ける。

地表の場合

1. 数えた(g)の合計を観察回数(g)＋(b)＋(-)で割り、100 を掛ける。
2. 数えた(b)の合計を観察回数(g)＋(b)＋(-)で割り、100 を掛ける。
3. 生きている植物と枯れている植物を合わせた植被率は、｛(g)＋(b)｝÷｛(g)＋(b)＋(-)｝

データワークシートへの記入

各土地被覆観測サイトと生物観測サイトにおける観察と測定値を記録するためのフォーマットが決まっています。巻末資料にあるデータワークシートを参考にしてください。サイトごと、観測ごとに個別のワークシートを使用してください。フォーマットには、可能な測定全てに対する記入欄が設けられていますが、全てを記入する必要はありません。

記入欄としては、

1. サイトの種類: 生物観測サイトか土地被覆観測サイトかを記入します。土地被覆観測サイトの場合には、「トレーニング」「評価」、「定性」「定量」も記入します。
2. サイト名: 特定のサイトに対するユニークな名前をつけます。
3. 国/都道府県/町: サイトの場所。
4. GPS: GPS レシーバを用いて求めたサイト中央の緯度/経度の座標
5. 測定日時: 観察・測定の日時
6. 記入者: データを記入した人の氏名
7. MUC レベル 3/4: そのサイトに対する MUC 分類名および数字コード。サイトが都市部または農地と判断されるなら、測定はここで中止となります。
8. 優占種と準優占種: それぞれについて属名と種名の学術名のアルファベットの最初の４文字を記入します。これが、GLOBE データサーバに入力される名前となります。以前の GLOBE では、英文字または数字で種を表していましたがこれはもう使用されていません。
9. 樹冠の植被率: (+)または(-)を記入します。
10. 地表の植被率: (g)または(b)または(-)を記入します。
11. 樹木の数、高さ、幹回り: 優占種５本と準優占種の樹木５本について記入します。もし、樹木でない場合にはブランクにします。
12. 現存量: ３つの区画で刈り取った植物の乾燥重量を、生きた部分と枯れた部分に分けて記入します。その区画の草本が優占種でも準優占種でもない場合にはブランクにします。
13. 生物測定のまとめ: たくさんのサンプルから計算された、樹冠の植被率、地表の植被率（生きた部分と枯れた部分）、平均樹高、平均幹回り、現存量を記入します。星印がついた項目は、GLOBE データサーバに報告します。
14. 写真、及び備考: サイトや天候の状況、写真番号や撮影方向等を記入します。

プロトコル４：MUC を活用した土地被覆の把握

- 目的：UNESCO 分類の MUC システムを使った土地被覆の分類。
- 概要：土地被覆観測サイトの MUC クラスを指定するためにピラミッド型の分類方法を学ぶ。
- レベル：全て
- 時間：観察と MUC 決定に１５分か４５分。
- 頻度：葉っぱがよく茂っている時期に１回。
- コンセプトと技能
  コンセプト：キャノピーカバー、グランドカバー、ピラミッド型土地被覆分類
  技能：コンパスの使い方、歩幅を使った距離の測定、分類システムの使用法、樹木や草本類の同定、MUC システムの使用法
- 道具と資料：MUC システム、コンパス、管状のデンシオメータ、生物測定ワークシート
- 準備：MUC システムと分類事例の概要説明

はじめに

グローブでは、Modified UNESCO Classification (MUC) システムを使い、土地被覆を分類することになる。MUC は生態的な考えを基礎にしており、国際的な標準でもある。MUC は４つのピラミッド型の分類レベルをもっている。図を見て頂いてわかるように、それぞれより詳細な分類が要求されていく。数字の少ないレベルつまり、レベル１からスタートしてより数字の大きなレベルの分類に一歩一歩進んでいき、分類する事になる。各クラスの定義はそれぞれ資料に記載してあるので、それを参照してほしい。

MUC クラスのレベル２の決定事例

図 LAND－P－17 は Forest と Woodland の区別の基準が示されている。それぞれ、レベル 2 では「落葉樹を主にしている場合」「常緑樹を主にしている場合」「乾燥のタイプが主な場合」に分けられている。Forest または Woodland とみるには、土地被覆の 40％以上が樹木でなければならない。もし樹冠がお互いに交差しているならば（枝が隣の樹木同士で重なり合っている場合）、それは Forest であり、もし樹冠が重なり合わないならば、Woodland である。さらにレベル 2 では落葉と常緑の割合による。

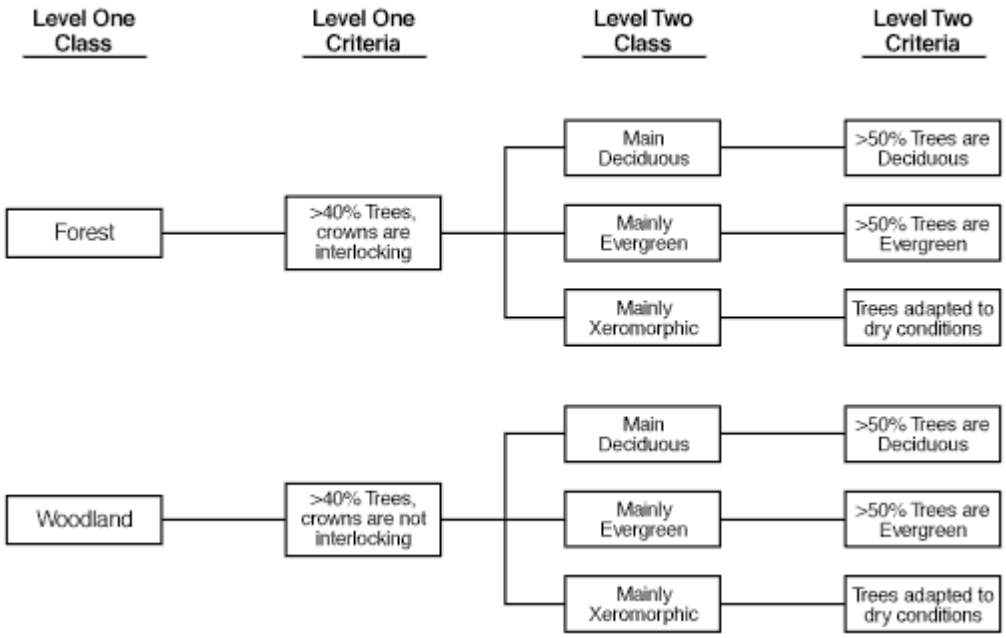


図 LAND－P－17

MUC システム活用の追加事例

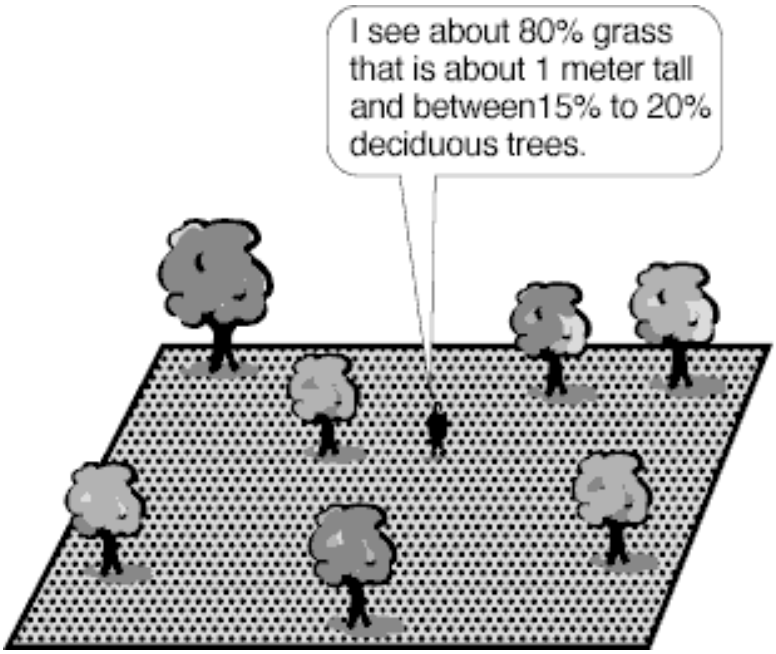
事例 1：あなたが選んだ土地被覆観測サイトが草地であったとする。この 80％は草原植生で約１ｍの草丈があり、15～20％の落葉広葉樹が占めている。

レベル１：まずレベル 1 では、MUC のクラス４を選ぶ事ができる。クラス 4 の定義では、草原植生が 60％以上であるので、クラス 4 の基準に合う。

レベル２：次にレベル２の検討で、そこでは 4 つの選択（41 という数値から 44 というクラス）ができる。MUC の用語説明をよく読んだ上で、草丈が中程度のイネ科であるので、42 というクラスとなる。

レベル 3：次にレベル３の段階に入り、5 つの選択ができる（421 から 425）。樹木が 15－20％なので「10－40％の樹木による被覆がある」の基準に当てはまる 421 を選択することとなる。

レベル 4：次にレベル 4 であり（4211 から 4213）、樹木は落葉広葉樹なので、4213 を選び、分類が終了する。



事例 2：温帯地方で標高は低い地域を事例。ほとんどが森林で、樹冠は重なり合う。しかし家屋のために 20%活用されており、樹木は常緑樹が落葉樹よりも多く、おそらく 60 対 40 であるようだ。

レベル１：樹木は 40%以上で、しかも樹冠が重なり合っているので、クラス０である。

レベル２：レベル 2 では、01 から 03 を選択できる。少なくとも 50%以上は常緑樹なので 01 を選択できる。

レベル３：レベル 3 では 9 の選択ができ、落葉樹をもった常緑樹で、温帯にあるという事で、016 を選択する事になる。

レベル 4：レベル 4 では 4 つの選択肢があるが、低地に住んでいるという事なので、クラス 0161 を選択することになる。

I see about 70% trees with interlocking crowns and about 20% houses! The trees are mostly evergreens.