

長野県下の高山植物のステレオ写真データベースの構築

湯田彰夫¹⁾ 眞野倭一¹⁾ 山本雅道²⁾

1) 信州大学繊維学部 2) 信州大学山地水環境教育研究センター

Constructing the database of wild flowers in Nagano Prefecture based on stereoscopic photographs

Akio Yuda¹⁾ Koichi Mano¹⁾ Masamichi Yamamoto²⁾

1) Faculty of Textile Science & Technology, Shinshu University

2) Research and Education Center for Inlandwater Environment, Shinshu University

Key Words : Stereoscopic Photograph, wild flower, alpine flower, database
立体写真, ステレオ写真, 野草, 高山植物, データベース

はじめに

今日、世界的規模で生物種の生育環境は劇的に変化している。乱獲・乱開発などの人的影響、帰化植物の増殖などによって、絶滅した種、絶滅が危惧されている生物種は枚挙にいとまがない。長野県版レッドデータブックの作成が急がれていることから明らかなように、自然環境が豊かに残るとされている長野県においても、生物種の生育環境は悪化の一途を辿っている。

このような時代においては、失われつつある生物種の情報をよりリアリティのあるステレオ写真として保存し、データベース化して内外に公開することは、重要な意味を持つと考えられる。

奥行き知覚の規定因

我々は縦、横、奥行きからなる三次元空間で暮している。しかし人間の眼に映る網膜像は、カメラのフィルムと同じく二次元つまり平面図形である。我々はいかにして二次元の像を三次元の空間として知覚しているのだろうか。奥行き知覚をもたらす要因は、網膜像自体に内在する要因とそれ以外の要因にわけることができる。

網膜像に内在する要因

網膜像の相対的大きさ

同じ対象を見る時、近くにある場合には網膜像が大きくなり、遠くなるに従って網膜像は小さくなる。その大きさの変化が遠近の判断を決める条件になっているが、その際、人間の背の高さはこのくらい、自動車の大きさはこのくらいといった、我々がそれぞれのものに対して持っている大きさの基準のようなものが基礎になっている。

線遠近法

まっすぐに伸びて行く鉄道のレールの上に立って、その行く先を眺めると、レールの幅はしだいに狭まってやがて地平線上の一点に収束する。これは絵画で遠近感をだすために用いられる手法の一つであるが、このような透視画的配置が遠近感の手がかりになる。

きめの勾配

砂利を敷きつめた広場を写真にとれば、近くの砂利は大きくまばらで、遠くの砂利ほど小さく密にうつる。このようなきめの粗密さの勾配は奥行き感を感じさせ、きめが細かいほど遠く、粗いほど近くにあると判断される。

大気遠近法

遠くにある対象は光が散乱・吸収され、明暗のコン

トラストが減少するので、細部がぼやけたり色が変ったりする。例えば、晴れた日の遠くの山は近くの山に較べて、青くかすんでぼんやりと見えるが、このような大気遠近法も奥行き感を感じさせる一つの要因になっている。

重なり合い

二つのものが一部分たがいに重なりあって見える場合、おおい隠している方が近くにあると判断される。

陰影・明暗

立体的なものには、それに当る光によってさまざまなニュアンスの陰影や明暗がつく。このような視覚対象のもつ陰影や明暗は、それが立体的なものであることを感じさせる手がかりになる。

網膜像以外の要因

水晶体の調節

一方の眼を覆い、片目で手に持った鉛筆を見、焦点を合せながらそれを眼のすぐそばに近づけて行くと眼に緊張感が起こる。これは距離の変化に応じて焦点を調節する際に、水晶体の厚さを調整する毛様体筋に負担がかかるからである。

遠くの対象を見る時は毛様体筋の収縮により水晶体を薄くし、知覚のものを見る時は厚くすることにより焦点距離を調節する。このような毛様体筋の反応が中枢に伝える何らかの情報が、奥行き知覚の手がかりとして働いていると考えられる。

両眼輻輳

我々の眼は凝視点がちょうど網膜の中央部に投影するように、反射的に位置付けられる。ごく遠くのものを見る場合には、両眼の視線はほとんど平行になるのに対し、近くのものを見る時には両眼の視線をそれに合わせるために、両眼球を内側に回転させる必要がある。その際の筋肉の動きも、奥行き知覚の手がかりとして働いていると考えられる。

両眼視差

人間の両眼の瞳孔間の距離は約 65 mm であり、対象をとらえている像は右眼と左眼とはわずかに異なっている。このわずかなずれの情報が脳で処理される際に立体感が生じる。

運動視差

電車の窓から風景を眺めていると、近くにあるものは進行方向と逆に速く動いて見えるが、遠くにあるものは進行方向に沿ってゆっくり動いているように見える。つまり遠くの山はほとんど動かないのに、線路の傍らの電柱は矢のように過ぎ去って行き、その距離に応じてその速さが違っている。このような距離に応じた速さの違いが、奥行き感を感じさせる一つの条件になっている。

ステレオ写真について

ステレオ写真、立体写真は、奥行き知覚の規定因のうち、主に両眼視差情報によって立体感を生じさせている。脳内にはこの視差情報を検知し、それを統合することで立体感を知覚させる細胞群、両眼視差感受性細胞が存在することが確認されている（藤田, 1994）。

両眼視差が立体感を生じさせる要因のひとつであることは、古くから知られていた。カメラが発明され、実用化された 19 世紀半ばには、すでにステレオ写真も撮影されていた。その時代からは少し下るが、20 世紀のはじめに徳川慶喜はステレオ写真の撮影を愛好していたという記録もある。

カラー・リバーサルフィルムが普及しはじめた 1950 年代には、左右位置に二つのレンズを備えたステレオカメラが盛んに製作され、販売された。それらの多くは、自然な立体感を作り出すためにレンズ間隔を人間の目の間隔に近い 70 mm 前後にしたものが多い。このレンズの中心間隔をステレオベース（基線長）、ステレオベースと撮影対象までの距離の比を基線比と呼ぶ。ステレオ写真から人が立体感を知覚できるのは、基線比が概ね 1/10 から 1/100 までの範囲とされる（日本写真測量学会, 1980）。基線比が大きくなればなるほど、立体感は強調され、小さくなればなるほど立体感は消失する。経験的に基線比 1/30 程度が最も適切な立体感を生じさせるとされるが、航空測量のように立体感を強調したい場合には、小さな基線比で撮影する必要がある。

ステレオ写真の撮影法

左右方向に平行移動した二つの位置から二枚の写真を撮れば、それはステレオ写真になる。被写体の大きさ、被写体までの距離に合わせて、適切なステレオベースを選択する必要がある。

ステレオカメラ

最も簡単な方法は、専用のステレオカメラを使用するものである。一台のカメラに左右二つのレンズとシャッターがついているので、一度の露出でステレオペアを撮影することができる。1950年代に欧米で流行して以降、ほとんど製作されてこなかったこと、製作されたものでも流通量が少なく、入手が困難であること、またステレオベースが固定されているためあらゆる状況には対応できないといった欠点がある。

カメラ二台による同時撮影

同じ焦点距離をもったレンズを装着した二台のカメラを左右にずらして固定し、同時にシャッターを押すことでステレオペアを作ることができる。シャッターを完全に同期させるには工夫が必要だが、ステレオベースを自由に設定できるという利点がある。

カメラ一台での二回撮り

被写体が静物なら、一台のカメラで左右にずれた位置から二回撮影することで、ステレオペアを作成することができる。この方法もステレオベースを自由に設定できるという利点があるが、対象に動きのあるものは撮影できないという欠点がある。高山植物のような静物も風の影響を受けると、完全な視差情報を得ることができないので、この方法では困難が多い。

ステレオ写真の見方・提示方法

左右に離れた二つのレンズによって撮影された二枚の写真（ステレオペア）から立体視するには、いくつかの方法がある。ここでは、ステレオペアを左右位置に並べて表示する方法と、同位置に重ね合わせて表示する方法に分け、それぞれの方法について説明する。

ステレオペアを並べて表示する方法

ステレオビューアーによる方法

誰にでも立体視ができる方法として、専用のステレオ・ビューアーを使う方法がある。19世紀後半から世界各国の風物写真がステレオ写真とビューアーのセットで売られていた。また1950年代のステレオ写真ブームの時は、リバーサルフィルムで撮影されたステレオペアを鑑賞するための、双眼鏡型ステレオ・スライド・ビューアーが製作された。

平行法と交差法による裸眼立体視

英語では free viewing と表現されるが、日本では裸眼立体視という呼称が定着している。二枚の写真を並べて右側のレンズで撮った写真を右目で、左側のレンズで撮った写真を左目で見ることによって、立体視が可能になる。二枚の写真の配置の仕方によって、右目で見ると写真は右側に、左目で見ると写真は左側に配置し、視線を平行にして見る平行法と、右目で見ると写真は左側に、左目で見ると写真は右側に配置し、視線を交差させて見る交差法の二通りがある（図1参照）。

裸眼立体視は補助道具を使わないでも立体視が可能であるという利点があるが、この方法で立体視するには慣れ、練習が必要であり、また誰にでもできるわけではないという欠点がある。

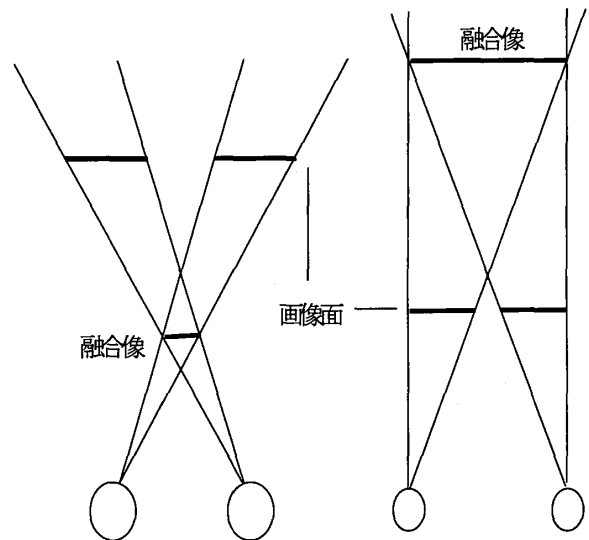


図1 交差法と平行法による立体視

ステレオペアを同位置に重ね合わせて表示する方法

この方法は左右画像を二枚重ね合わせて表示し、何らかのフィルターを介して左右像を分離させて知覚させることによって立体視を生じさせるという点で、共通の原理に基づいている。それぞれのデバイスを用いることで、誰にでも立体視が可能になるが、いずれにせよ何らかの補助装置を必要とするという欠点がある。以下に代表的な技法をあげる。

アナグリフ

ステレオペアのそれぞれを赤青の二色（補色の関係にある色）で表示し、これを赤青のフィルターを通して見ることで、左右の目にはどちらか一方の色の画像しか見えないようにするものである。フィルターの色

の選択によって、カラー画像の呈示も可能だが、原理的に色の完全な再現は期待できない。

スライド・プロジェクターと偏光フィルター

2台のプロジェクターに直交する偏光フィルターを装着して画像を投影する。この画像を同じ角度の偏光フィルターでつくられた偏光眼鏡を通して見ると、プロジェクターの偏光フィルターと一致した方の目のみその像が知覚されるので、立体視が可能になる。

頭を傾けるなど偏光フィルターの角度がずれると、画像が二重になってしまう、投影時と鑑賞時の二回、偏光フィルターを通すため画像が暗くなるといった欠点があるが、色情報も表現可能なので、現在、もっとも広く用いられている方法である。

液晶シャッター

ステレオペアのそれぞれの画像を、コンピュータのディスプレイ上に高速で切替えながら表示し、左右画像の表示と液晶シャッター眼鏡の左右のシャッターの開閉を同期させることによって立体視を実現する。

今年度の成果

撮影期間及び場所

2001年3月から11月にかけて、長野県下の各地で、高山植物・山野草のステレオ写真を撮影した。

撮影機材

主にイタリア ISO 社製ステレオカメラ、Duplex Super 120 を使用した。

このカメラのステレオベースは一般的なステレオカメラに較べて短い30mmで、ディオプトリ+2のクローズアップ・レンズを装着することで、約30cmから50cmの距離の近接撮影が可能になる(図2参照)。

撮影対象のデータベース化

今年度、撮影された植物の種類は、188種であった。撮影したステレオ写真はフィルムスキャナーでデジタル化し、Webサーバー上で公開されている(<http://plants3d.ke.shinshu-u.ac.jp/>)。現在、利用可能なステレオ画像は平行法・交差法による裸眼立体視画像で、花の名前(カタカナ、漢字)、学名、科名・属名(カタカナ)、花の色(漢字)、撮影場所(漢字)などを指定して検索することができる(図3、図4参照)。

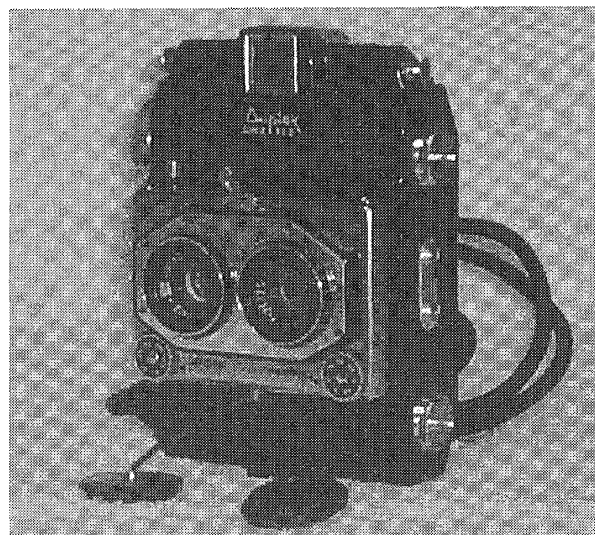


図2 Duplex Super 120

考察と展望

データベース構築ための課題

現在、データベースのエンジンとして全文検索システムを利用している。この方法はページ内に表示されるすべての文字情報を対象に検索が可能であるという利点がある一方、花の名前や、科名、属名毎に条件式を設定することができないという欠点もある。現状でも、複数条件を指定してのand検索、or検索、not検索が可能であるが、絞り込み検索ができないといった問題もあり、これらの点を考慮しつつ、今後、ユーザーインターフェースを洗練していく必要がある。

近接撮影時の基線比

今回使用したカメラのステレオベースは、前述したように30mmである。近接撮影でのステレオ写真の場合、基線比は1/15程度と通常のステレオ写真より大きくとることが推奨されている(Gowland, 1954)。

ステレオベース30mmで30cmの対象を撮影する場合、基線比は1/10となり、立体感はやや強調されたものになる。ディオプトリ+3のクローズアップ・レンズを装着すれば、撮影距離を20cmまで近づけることができるが、基線比は約1/7となり、立体感が過剰に強調された違和感の強い写真になってしまう。

20cm以下の距離からステレオ写真を撮影するためには、風や露出条件が安定した状況下で、マクロレンズを装着した一眼レフカメラを利用するか、ステレオベースが30mmよりも狭いステレオカメラを利用する必要がある。

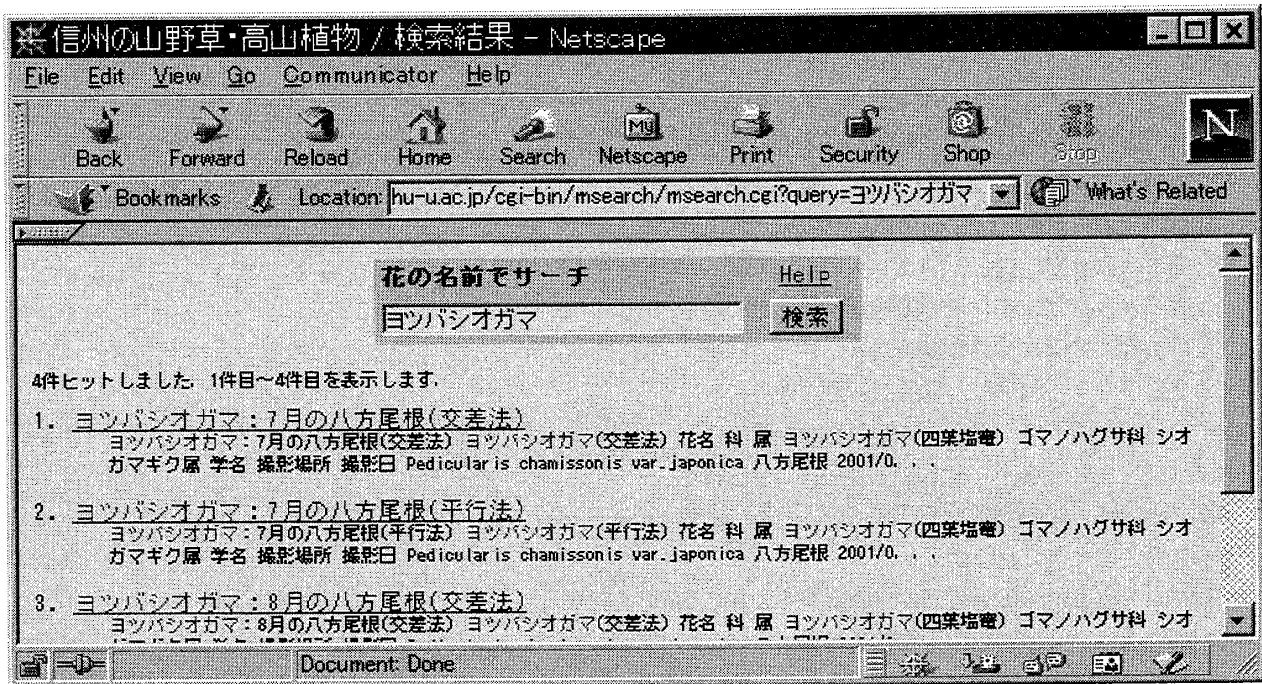


図3 花の名前による検索結果



図4 平行法によるステレオペア表示画面

ステレオ写真の提示方法について

現在、公開しているステレオ写真データベースは、平行法と交差法による裸眼立体視用の画像のみである。

前述したように裸眼立体視は習熟が必要であり、また誰でも習熟できるものではないことが指摘されてきた。平行法用のステレオビューアーが市販されているが、簡単に入手できるものではない。

インターネットでステレオ写真を公開する際の提示法として、他にアナグリフや液晶シャッター方式を利用することが考えられるが、後者に必要なデバイスは一般的とは言えず、アナグリフに頼らざるを得ない。アナグリフを用いる場合、赤系統、青系統の色を表示できないという、花の写真のデータベースとしては致命的な欠点を抱えることになる。

平行法と交差法による裸眼立体視の要領をわかりやすく説明したページを容易する必要がある。

データ数について

日本の種子植物の種類は約 3700 と言われているが(佐竹等, 1985)、『信州の野草』(奥原, 1990)と『信州高山高原の花』(今井, 2001)には、それぞれ約 1300 種類の野草が掲載されている。また、ポケットサイズの高山植物、野草の図鑑に収録されている花の数は 300 から 700 種類程度あり、「長野県下の高山植物のステレオ写真データベース」を名乗るには、それにふさわしい数のデータを収集する必要がある。

謝辞

本研究は、2001 年度信州大学教育改善推進費による環境科学研究、『山岳地域を対象とする自然との共生を目的とした地域社会の持続的発展と環境保全に関する総合的研究(山岳科学を目指して)』の一環として実施された。助成に対し謝意を表します。

文献

- 藤田一郎 1994 大脳視覚野の生理学 川上光男他
『視覚と聴覚(岩波講座認知科学3)』 岩波書店
- Gowland, P. 1954 The art and technique of stereo
photography New York: Crown Publishers
- 今井建樹 2001 信州・高山高原の花(新装版) 信
濃毎日新聞社
- 日本写真測量学会編 1980 立体写真のみかた・とり
かた・つくりかた 技報堂出版

- 奥原弘人 1990 信州の野草 信濃毎日新聞社
- 佐竹義輔他編 1985 フィールド版・日本の野生植
物・草本 平凡社