

〔論 文〕

空中写真を用いた植生遷移を実感できる教材の開発

井出 純哉*

Development of a Teaching Material for Understanding Long-term Changes in Vegetation Using Aerial Photographs

Jun-Ya IDE*

Abstract

For many educators, ecological succession is a concept that students often have trouble comprehending due to the fact that it occurs over a time span ranging from several decades to thousands of years. This paper reports on the effects of teaching materials, which were developed to aid 2nd and 3rd year university students in understanding ecological succession. The teaching materials were comprised of two aerial photographs of one particular site that were taken at an interval of several decades. In Ecology lectures, changes in vegetation were easily identified through side-by-side comparisons of the photographs, and students were able to demonstrate a clear understanding of the concept of ecological succession. Results from this study suggest that aerial comparison photographs are effective in aiding students' comprehension of ecological succession.

Key Words : Aerial photographs, Ecological succession, Forest education, Teaching material, Vegetation.

1. 緒 言

生物群集は一定の状態を保つとは限らず、様々な時間スケールで変化している。ある一定の場所で見られる植生の移り変わりを植生遷移と言うが⁽¹⁾、森林の遷移は数十年から数千年という大きな時間スケールで起こる現象なので⁽²⁾、人間にとって理解するのが難しい現象であると言える。現行の高等学校学習指導要領解説理科編⁽³⁾では、植生と遷移について「ここでは、陸上には草原や森林など様々な植生がみられ、それらは不変ではなく、長期的には移り変わっていくことを理解させることがねらいである」と述べられているが、高校生が長い時間をかけて起こる植生遷移について十分に理解するのは困難であると考えられる⁽⁴⁾。例えば、現行の高校の生物基礎の教科書では、植生遷移の実例として伊豆諸島の大島や三宅島、鹿児島島の桜島の溶岩上における成立年代のみが異なる立地を比較することによって時間変化を明らかにした例を掲載している^(5,6,7)。これによって、植生遷移の知識は身に付くと考えられる。しかし、植生遷移が火山島のような特殊な場所でのみ起こる現象のように感じてしまい、身近な空地でも放置しておけばいずれは森林に変化して行くという実感を持った理解に到達するのは難しいのではないだろうか。

一方、木を伐採するときは変化がはっきりと分かるので、森林破壊の印象が残りがちである。そのため、写真や映像を含めて森林伐採の場面を見た人は、森林が減り続けていると思ひ込みやすいと思われる。実際のところ、森林面積は世界的に見れば減少を続けているが⁽⁸⁾、日本国内では森林は減っていない。日本の森林面積は明治以降急激に増加し、1960年代からは国土の面積のおよそ66%で変化していない。また、森林蓄積量で見るといまだに一貫して増加し続けている⁽⁹⁾。逆に、草地面積は明治時代以降減少を続けている。草地面積は20世紀初頭には日本全体で約500万 ha あったと推定されるが、今日では36万 ha になっている⁽¹⁰⁾。以前であれば草地は屋根を葺く材料、牛馬の餌、田畑に投入する肥料など重要な資源の供給源として価値が高かったため、定期的な刈り取りや野焼きによって維持されていた⁽¹⁰⁾。しかし、社会や生活の変化によって草地の価値が低下した結果、管理が放棄され、草地の遷移が進み森林に変化したのである。さらに草地の減少によって、草地を主要な生息地とする生物が絶滅の危機に瀕するという状況が見られることになった^(11,12)。それにも拘らず、森林が減っているという偏った認識が広まることは、森林に関わる環境問題の解決にとっ

*教育創造工学科
平成27年12月4日受理

て障害になる恐れがある。森林や草原などの日本の自然環境を今後どのようにして行くのかということに関して、子供たちが将来より良い意思決定をするためには、自然環境の現状を正確に把握する能力を育成する必要があるだろう。そのためには、身近な山野の植生が年月とともに変化していることを目で見て体験し、より切実な現象として植生遷移を実感を持って理解することが有効ではないかと考えられる。森林のできていく過程を理解することにより、伐採されて森林が減っているという一面的認識に陥ることも少なくなるのではないだろうか。

同じ場所で数十年という十分な時間を空けて撮影した写真を比較すれば、植生の変化は容易に認識することができる。特に、空中写真を利用すれば地上の建造物が邪魔にならず、広域の植生の変化をはっきりと見て取ることができる。植生の変遷を知るために空中写真を利用することは、以前から生態学分野においてよく行われてきており、有効性が明らかになっている^(10,13,14,15)。そこで、空中写真を利用して、植生の変化について目で見て分かるような教材を開発することを試みた。本論文では、開発した教材を報告し、その有用性と課題について検討する。

2. 教材開発

教材の作成に利用した空中写真は、国土地理院が運営している「地図・空中写真閲覧サービス⁽¹⁶⁾」から取得した。このサービスでは日本全国の空中写真や地図を閲覧ことができ、ダウンロード可能な空中写真は出典を明示すれば無料・無許可で利用することができる。1930年代から現在までの空中写真が蓄積されており、日本地図上の任意の地点においてその周辺で撮影された写真を見つけることができる。第二次世界大戦後の1947年頃に米軍がほぼ全国の空中写真を撮影しており、その写真がこのサービスに納められている。そのため、全国のどこでも約60年前と現在の写真を比較することが可能である。そこで、植生の変化が分かりやすい地点を選んで1950年以前の写真と2000年以降の写真を取得し、二枚を並べて比較できるようにした画像を作成した。

作成した画像の例を次に示す。図1は熊本県阿蘇山の草千里ヶ浜の1947年及び2003年撮影の写真である。この地域では長年に渡って野焼き・放牧・採草などによって森林への遷移が妨げられ、草原が維持されてきた^(12,17)。しかし、近年では人手不足などの理由で野焼きや放牧・採草をしなくなった場所が増加し⁽¹⁷⁾、そのような場所では遷移が進み森林に変化している。図1では草原は色が薄く、森林は濃い。また、1947年の写真では地面の起伏が明瞭に見て取れる。これは植生が低いことを示しており、この点でも草原と森林とを区別することができる。以上のように1947年と2003年とを比べると、森林が増加していることがはっきり分かる。

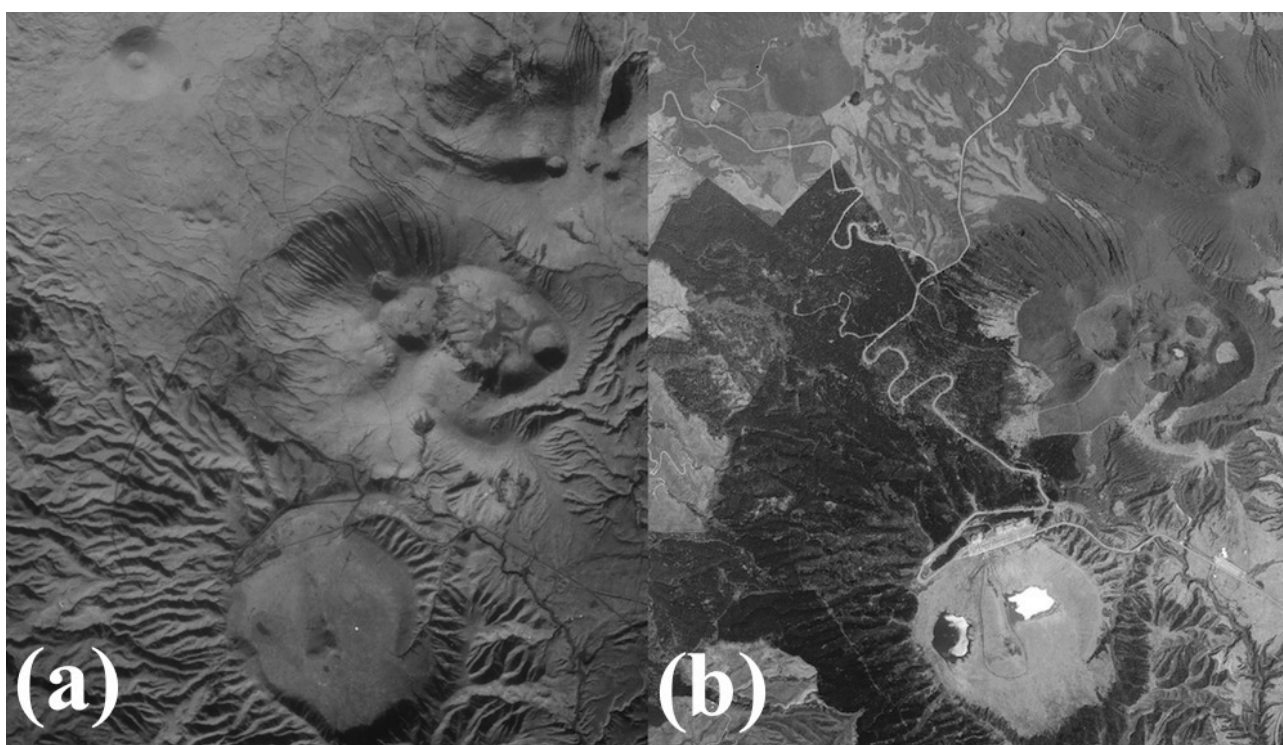


Fig. 1. Kusasenrigahama, Kumamoto, in 1947 (a) and in 2003 (b) (courtesy of Geospatial Information Authority of Japan)

図2は福岡県八女市星野村の1947年及び2004年撮影の写真である。1947年の写真では色の薄い裸地又は草地在散在している。しかし、2004年にはそのほとんどが色の濃い森林に変化しており、遷移が進行したことがわかる。

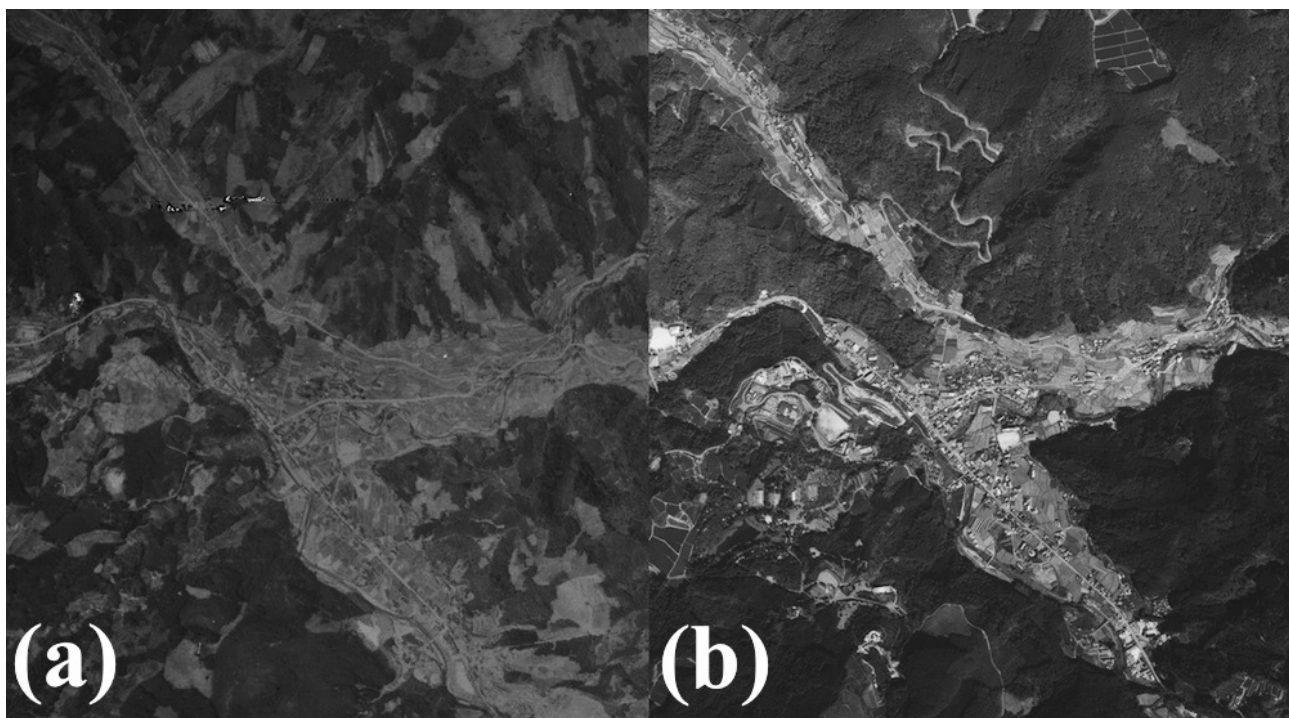


Fig. 2. Hoshino, Fukuoka, in 1947 (a) and in 2004 (b) (courtesy of Geospatial Information Authority of Japan)

図3は福岡県筑紫野市の1936年及び2004年撮影の写真である。色の薄い草地または低木林が色の濃い森林に変化すると同時に、山の壁が木に覆われて分りにくくなった。一方で伐採が行われ、ゴルフ場ができています。植生の変化とともに、人間活動の影響も空中写真から読み取ることができた。

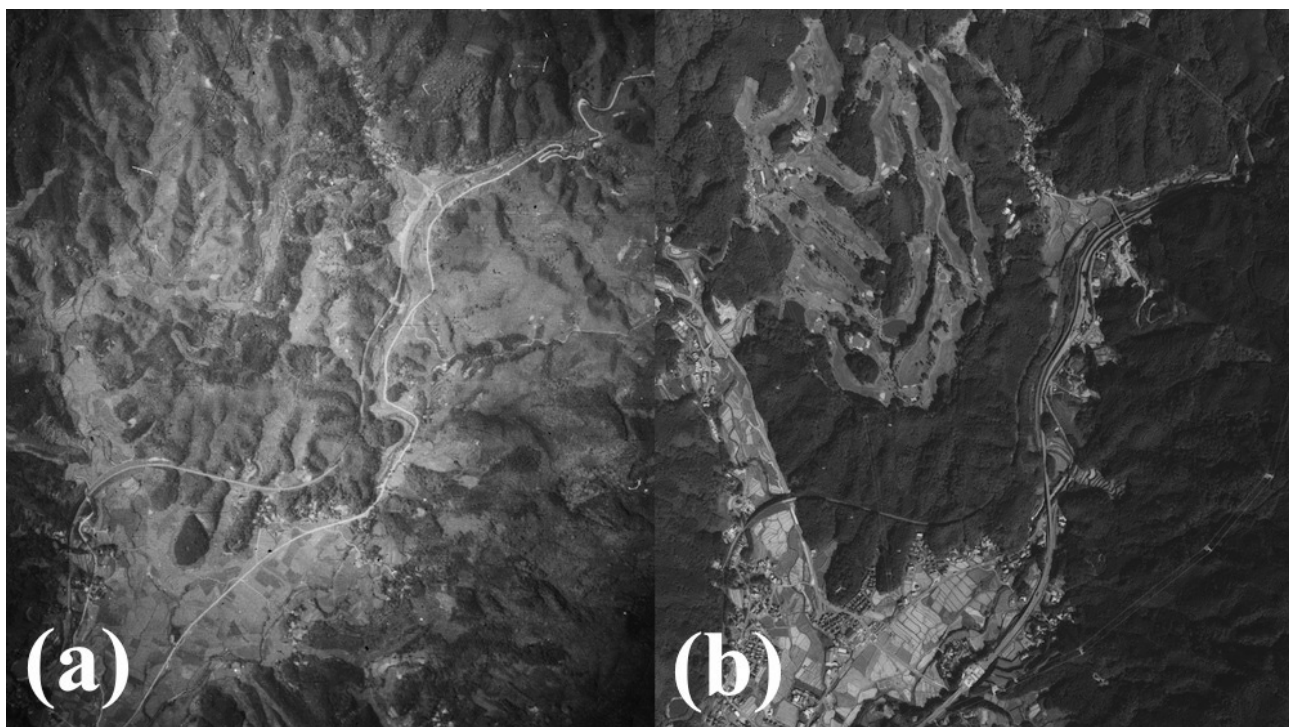


Fig. 3. Chikushino, Fukuoka, in 1936 (a) and in 2004 (b) (courtesy of Geospatial Information Authority of Japan)

3. 授業実践

本教材を利用して、2015年6月に大学2・3年生対象の講義「生態学」において、26名の学生を対象に授業を行った。授業では植生遷移及び森林に関する環境問題を扱う際に使用した。大学所在地近隣の森林の約60年前の写真と現在の写真を用いて上記のような画像を作成して教室前方のスクリーンに映し、違いを学生に発言させた。写真によってはスクリーン上で色の濃さの違いがはっきりしないものもあったが、概ね違いを認識できており、「昔は地形が凸凹していた」「今は森の色が濃くなった」という発言が聞かれた。この後、写真の見た目の違いが植生の変化に由来すること、植生遷移が大学の近くでも起こっていること、を説明した。

授業を行う直前及び授業を行ってから一ヶ月後にアンケートを行い、日本の森林及び遷移に対する学生の認識を調査した。「日本の森林は増加しているか？それとも減少しているか？」と質問したところ、授業前は全員（N=26）が「減少している」と回答した。授業一ヶ月後には「増加している」と答えた学生は68%であり（図4、N=22）、授業前より有意に増加していた（正確確率検定、 $p < 0.0001$ ）。日本の森林が増加した理由として「土地の管理放棄」を挙げた学生が47%おり、人の手が入らなければ植生は移り変わって行くという理解がある程度定着していることがわかった。

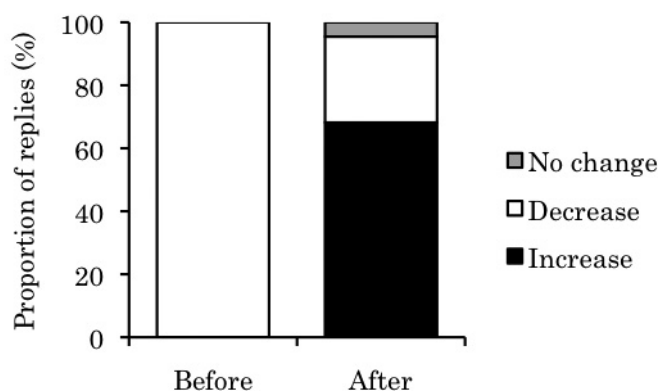


Fig. 4. Replies of the students to the questionnaire “Are forests in Japan increasing?”, before and after the lecture.

4. 考 察

年代を隔てた空中写真を比較する方法により、植生の変化を実感することができる教材を作成することができた。本教材は一目で植生の変化が分かることが優れた点であり、授業中に短時間扱うだけでも強く印象に残る。また、日本全国どここの教材も作成することができるので、学校近くの森林を教材化することによって生徒の興味・関心を惹くこともできると考えられる。ただし、古い写真には色が不明瞭なものがあり、植生の変化をはっきり読み取れない場合がある。分かりやすい教材を作ることができる場所は限られるかもしれない。

植生の遷移を学習する際には、草原から森林へという大きな変化だけでなく陽樹から陰樹へという植物種の変化も取り扱う^(5,6,7)。白黒の空中写真では種の判別はほとんどできないので、本教材で種の置き換えりを扱うのは現状では難しい。同一地点で撮影した地上からの風景写真で年代を隔てたものを比較すれば、植物種の変化もある程度はわかる^(10,18)。観光地の写真は昔からのものが多数存在するので、利用できると思われる。例えば、鎌倉の鶴岡八幡宮の写真は明治前期に撮影されたものが現存する。現在では八幡宮裏山の植生はシノキを主体とする照葉樹林であるが、明治前期の写真を見ると裏山の植生はマツ林（多分アカマツ）であった⁽¹⁸⁾。昭和初期撮影の写真においてもかなり遷移が進んだ状態ながらマツ林が確認できる⁽¹⁸⁾。鶴岡八幡宮の昔の写真と今の写真を比べることによって、陽樹のアカマツから陰樹のシノキへという種の置き換えりを目で見て理解することができるだろう。更に、このような植物種まで識別できる観光地の風景写真と学校近くの空中写真を用いて作成した本教材とを併用すれば、様々な地点で同じように植生遷移が起こっているという普遍性を印象づける上でも効果的であろう。カラー写真ならば空中写真によっても樹種の識別は可能であるので⁽¹⁹⁾、植物種の置き換えりについても将来は教材化ができるかもしれない。

大学生の日本の森林の増減に対する認識は、危惧した通り一面的なものであった。しかし、授業実践の後には森林が増加しているという知識が定着した。さらに、森林増加の原因として植生遷移が関係していることが理解できていた。このことから、本教材の有効性が確かめられたと判断できる。

空中写真の教材としての利用は社会科の地理分野で盛んに行われてきた^(20, 21, 22, 23)。理科分野でも効果的な利用法がもっと検討されてよいと思われる。

5. 謝 辞

本研究に協力していただいた久留米工業大学教育創造工学科の学生諸君と英文要旨を校閲していただいた Richard Lee 先生に感謝いたします。

文 献

- (1) 日本生態学会編, 生態学入門 (2004), pp. 273, 共立出版.
- (2) 上條隆志, “森林の遷移”, 森林生態学 (2011), pp. 55-71, 共立出版.
- (3) 文部科学省, 高等学校学習指導要領理科編 (2009), pp. 131, 実教出版.
- (4) 中静透, “植生遷移の考え方: 生物基礎での指導にあたり”, サイエンスネット, Vol. 45 (2012), pp. 2-5.
- (5) 本川達雄, 谷本英一編, 生物基礎 (2011), pp. 207, 啓林館.
- (6) 嶋田正和ほか11名, 生物基礎 (2011), pp. 224, 数研出版.
- (7) 浅島誠ほか20名, 生物基礎 (2011), pp. 215, 東京書籍.
- (8) Food and Agriculture Organization of the United Nations, Global forest resources assessment 2010 (2010), pp.340, Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- (9) 太田猛彦, 森林飽和 (2012), pp. 254, NHK 出版.
- (10) 小椋純一, 森と草原の歴史 (2012), pp. 343, 古今書院.
- (11) 高橋佳孝, 井上雅仁, 堤道生, 白川勝信, 太田陽子, 渡邊園子, 兼子伸吾, 佐久間智子, “レッドデータブックに掲載された植物種による山陰2県の草原環境評価の試み”, 日本草地学会誌, Vol. 55, No. 3 (2009), pp. 246-250.
- (12) 須賀丈, “日本列島の半自然草原”, 草地と日本人 (2012), pp. 19-98, 築地書館.
- (13) 沼本晋也, 鈴木雅一, 長友幹, 蔵治光一郎, 佐倉詔夫, 太田猛彦, “航空写真を用いた崩壊地植生回復過程の検討: 1970年房総南部集中豪雨による崩壊跡地の25年間の変遷”, 砂防学会誌, Vol. 52, No. 2 (1999), pp. 14-20.
- (14) 芦辺貴浩, 楠瀬雄三, 福井亘, “高知市及びその周辺における海岸マツ林の変遷”, 日本緑化学会誌, Vol. 37, No. 1 (2011), pp. 229-232.
- (15) 桑原禎知, 矢部和夫, 酒井正幸, 吉田和夫, “環境教育教材としての芸術の森地区の自然に関する研究: 過去50年間の植生景観の変遷と再森林化に関わる課題”, 札幌市立大学研究論文集, Vol. 8, No. 1 (2014), pp. 47-55.
- (16) 国土地理院, 地図・空中写真閲覧サービス, <http://mapps.gsi.go.jp/>
- (17) 高橋佳孝, “種の保全と景観保全: 阿蘇草原の維持・再生の取り組み”, ランドスケープ研究, Vol. 72, No. 4 (2009), pp. 394-398.
- (18) 原田洋, 井上智, 植生景観史入門 (2012), pp. 157, 東海大学出版会.
- (19) 瀬戸島政博, 赤松幸生, 今井靖晃, 重松敏則, 朝廣和夫, 児玉滋彦, “カラー航空写真上の季節の色調変化からみた里山構成樹種の識別に関する研究”, ランドスケープ研究, Vol. 65, No. 5 (2002), pp. 679-684.
- (20) 鈴木雅次, “地理教材としての空中写真”, 新地理, Vol. 16, No. 1 (1968), pp. 66-71.
- (21) 森川与春, “航空写真による地理教材の作成: 地形学習を主体に”, 金沢大学教育学部附属中学校研究紀要, Vol. 22(1976), pp. 23-34.
- (22) 太田弘, “地理教育における GIS を用いた新しい学習システムの開発”, 地図, Vol. 39, No. 4 (2001), pp. 1-19.
- (23) 黒木貴一, “空中写真を用いた地理教材研究”, 教育実践研究, Vol. 9 (2007), pp. 9-16.