時系列地理情報を活用して把握した多摩丘陵の土地被覆変遷の特徴
Characteristics of Land Cover Change on Tama Hill Area Using Time-serial Geographic Information

地理地殻活動研究センター　小荒井　衛
Geography and Crustal Dynamics Research Center　Mamoru KOARAI

要　旨

明治初期の地形図である迅速測図原図や終戦直後に撮影された米軍空中写真，並びに環境省の５万分１現存植生図など，位置精度や分類項目の異なる時系列地理情報を活用して，多摩ニュータウン地域における開発に伴う過去の土地被覆や植生の変遷を捉えた．その結果，明治初期には６割弱残っていた森林が戦後には４割になり昭和後期には２割に減少していること，終戦直後に全体の１割だった人工改変地が昭和後期には５割を超えていることがわかった．改変地へ変わったものは森林からよりも耕作地からが多く，昭和後期には森林が 20%残されているのに対し，耕作地は５％しか残されていない．一部考えにくい土地被覆の変化が一定以上の面積で認められたが，その原因は現存植生図のポリゴンデータの位置ズレ，現存植生図で細かいポリゴンが取得されていないことによるもの，迅速測図の谷部分での位置精度の悪さなどである．

１．はじめに

人為インパクトによる国土の環境変遷を理解する上で，時代毎の土地被覆や植生の状況を正確に捉えることは極めて重要である．日本では昭和 50 年代から環境省が５万分１現存植生図を全国整備しており，一定レベルでの植生変遷モニタリングがなされている．しかし，昭和 30 年代後半から 40 年代にかけての高度経済成長期には，経済発展に伴い都市近郊の丘陵地等の大規模な造成開発が行われ，植生改変等も大規模に行われてきたが，それらをモニタリングする情報が欠落していた．

国土地理院では，旧版地形図や過去の空中写真など，時系列かつ精度の高い国土情報を多数所有しており，これらをデジタル化する事業を，国土変遷アーカイブ事業として平成 16 年度から進めてきている．時系列地理情報を GIS データとして活用できれば，国土の成り立ちや発達過程を考察する上で，貴重な情報を提供してくれることになる．特に旧版地形図の植生記号の情報や，過去の空中写真から判読できる土地被覆や土地利用の情報は，中縮尺の現存植生図が整備される昭和 50 年代以前の国土の土地被覆や植生の情報を，全国を均質な精度でカバーする情報であり，分類カテゴリーは現存植生図ほど詳しくは無いものの大変貴重な情報を提供してくれる．

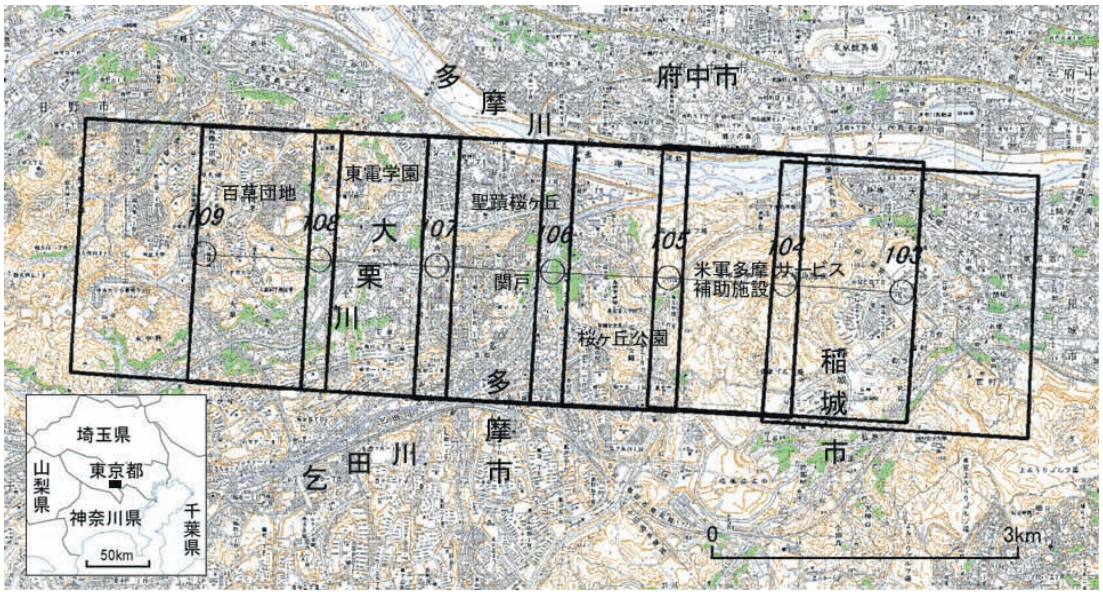
国土地理院では，時系列地理情報を GIS ベースで利活用するための基礎的な研究として，時系列地理情報の精度評価（長谷川ほか，2005b），米軍空中写真のカラー化（長谷川ほか，2005a）などが行われてきた．本研究では，これら国土変遷アーカイブのデータが，景観保全・環境保全分野でどこまで活用可能かを検討するために，古くから土地の改変が行われてきた多摩丘陵を対象にして，土地被覆や植生の時系列変化の把握を試みた．特に，過去の景観を復元する情報として，明治初期の迅速測図原図と終戦直後の米軍空中写真に着目し，これら位置精度や分類項目がそれぞれ違う時系列地理情報を用い，どこまで土地被覆や植生の時系列変化の把握が可能であるかを検討した．なお本研究は，特別研究「国土の時系列地図情報の高度利用に関する研究」（平成 17～19 年度）の一部として行ったものである．

２．対象地域

対象地域は，東京都多摩ニュータウンの聖蹟桜ヶ丘駅周辺の丘陵地帯，東西約６km，南北約２km の範囲（米軍写真 M389-104, 106, 108）である（図－１）．

この地域は，多摩川右岸の標高 100～150m程度の丘陵で，行政的には多摩市と稲城市にまたがる．この丘陵を刻むように乞田川と大栗川の２河川が多摩川に向かって流れており，河川沿いに低地が広がっている．明治以前からこれら河川沿いには街道が延びていて集落が形成されていた．また，丘陵内には二次林として人の手が入ってきた森林が広がっていた．第二次世界大戦後から東京のベッドタウンとしての開発が進んできており，丘陵部の頂部まで宅地として造成開発されてきている．その一方で，丘陵部の縁の急傾斜地等では，森林等が伐採されずに残されてきており，近年の土地被覆の変化を検証する地域としては適当である．

対象地域は河川や平野を境とするまとまった地形単位で行うのが望ましいが，過去の研究で米軍写真のカラー化のために土地被覆データを作成した範囲とし，地形は考慮しなかった．なお本研究の目的は，多摩丘陵の土地被覆・植生変遷の解明ではなく，位置精度や分類項目の違う時系列地理情報を組み合わせて，どの程度土地被覆や植生の変遷が把握可能で



図－１　調査対象範囲（背景図は数値地図 25000）
図中の四角は空中写真の撮影範囲

あるかを検証することであるので，対象範囲が地形と対応していなくても，研究遂行上問題はないものと判断した．

３．使用したデータ

３．１　迅速測図原図

明治初期の土地被覆･植生を把握するデータして，「第一軍管地方二万分一迅速測図原図（以下,「迅速図」という.)」を使用した．この地図は明治 13 年から 19 年にかけて陸軍参謀本部が作成した地図で,関東平野のほぼ全域と房総・三浦半島をカバーしている（井口，2001)．

正規の三角点成果は使用しておらず，経緯度の記載もないが，地物の相対的位置は正確で，長谷川ほか（2005b）によると，今回の対象地域においてaffine 変換をした後の基準点残差は約 13mである．同地域の平板測量による 2.5 万分１地形図の基準点残差が約 32mであることと比較しても，迅速図は縮尺２万分１として妥当な位置精度を有している．またこの地図は，フランス式の彩色を施した図式に特徴があり，当時の景観が把握しやすく，特徴的な植生や土地被覆については文字での記述もあり，当時の景観・土地被覆復元には極めて役に立つ地理情報であると考えられる（小椋, 1996 ; スプレイグほか, 2000 など)．

今回のデータ作成には,明治 14～15 年測量の３班６号２測板，４測板，３班７号１測板，３測板の４図面を使用した．おおよその土地景観（森林，田，畑など)は,ほぼ正確に彩色されて区分されており，植生分類は楢，松など特徴的なものだけが記述されている．ただしその範囲が何処までかは必ずしも図に明示されてはおらず，今回は道路等の明瞭な土地利用界線を使って土地被覆を区分した．特段記載の無い森林植生については,便宜的に雑木に区分した．また，住宅が畑地の中に混在しており，集落状の形態を呈しているものは住宅地として区分したが，散在する住宅は畑地に含まれ明確には区分されていない．

今回の GIS データ作成に当たっては，楢，松，楢＋松（迅速図中のまとまりのある範囲に楢と松の両方の樹種が記述されていた)，雑木，田，畑，桑，住宅地，その他の９区分のポリゴンを作成した．その他となっているものは，河川や道路などの迅速測図原図上で一定の幅（面積）をもって表現されている地物である．

３．２　米軍空中写真

第二次世界大戦後の土地被覆・植生を把握するデータとして，米軍が撮影した空中写真（以下,「米軍写真」という.）を使用した．使用した写真は，撮影年月日が 1947 年８月８日，縮尺 1/10,000 である．米軍写真のカラー化の際に土地被覆分類したポリゴンデータ（長谷川ほか，2006）を使用している．オルソ化の際の空中三角測量の検証点残差は水平方向で約 1.8mであり，位置精度は他のデータと比べて極めて高い．

今回使用した GIS データは空中写真のカラー化のための土地被覆分類で，広葉樹，針葉樹，竹林，伐採跡地，裸地，河川，礫河原，草河原，田，畑，道路，鉄道，建築物，民家の 14 に分類されている．例えば，本来は住宅地として一括して土地利用分類すべきものについても，住宅地内の建物や樹林や庭が

それぞれ別に分類されている．よって今回の集計の際には，迅速測図原図や現存植生図の区分と対比しやすいよう，広葉樹，針葉樹，竹林，伐採跡地，田，畑，市街地（裸地，建築物，民家），河川（河川，礫河原，草河原），その他（道路，鉄道）の９つに再分類した．

３．３　環境省現存植生図

昭和後期の土地被覆・植生を把握するデータとして，環境省の自然環境 GIS データの 1/50,000 現存植生図「八王子」（調査年度：昭和 58～59 年）を使用した．分類は植物社会学に基づいた群落レベルの分類で細かいが，植生界線の情報はカラー空中写真で判読した結果を５万分１地形図に移写している関係から，３つの地理情報の中では最も位置精度が悪いと考えられる．

多摩丘陵地域の植生としては，森林では大半がクヌギーコナラ群集で，一部ではシラカシ群集，落葉広葉樹植林，スギ・ヒノキ・サワラ植林，竹林が出現する．草地としては，アズマネザサースス群落，路傍雑草群落（ヨモギ），人工草地（ゴルフ場），河辺の自然植生であるオギ群集が出現する．その他の植生区分としては，水田雑草群落，畑地雑草群落，落葉果樹園，造成地，市街地，緑の多い住宅地，公園・墓地等，工場地帯，開放水域，自然裸地が出現する．全部で 19 分類となる．

４．土地被覆・植生の分類カテゴリー

各時期の土地被覆・植生の分布状況を図－２に示す．米軍空中写真はカラー化のための土地被覆分類のため，分類の形状が非常に細かい．現存植生図については，分類項目の数が多いため，市街地等の改変地についてはひとまとめにしてある．

３時期の土地被覆の変遷を見る際には，各時期の分類項目を共通で括れるような大項目で分類し，それをより細かいものに中分類する必要がある．本研究では表－１のように分類整理した．まず大分類では，森林，草地，耕作地，改変地，その他の５つに分類した．森林については，米軍写真で「広葉樹」，「針葉樹」，「竹林」に分類することが可能なため，中分類でも同様に３分類し，迅速図と現存植生図の凡例を中分類に対応づけた．草地については，迅速図では該当する凡例が無く，米軍写真では「伐採跡地」が該当するものと判断し，中分類も大分類と同じとした．耕作地については，米軍写真で「田」と「畑」に区分しているので，中分類でも同様に２分類し，迅速図と現存植生図の凡例を中分類に対応づけた．改変地については，迅速図の「住宅地」，米軍写真の「市街地」が該当し，現存植生図の「造成地」や「市街地」などの５つの凡例が該当するとした．中分類でも「市街地」を１つのカテゴリーとした．その他については，中分類でも「その他」とし，河川（水域と河原）と交通網（鉄道，道路）が該当するとした．なお，道路等の交通網は，迅速図や米軍写真ではポリゴンとして取得されているが，現存植生図では取得されていない．

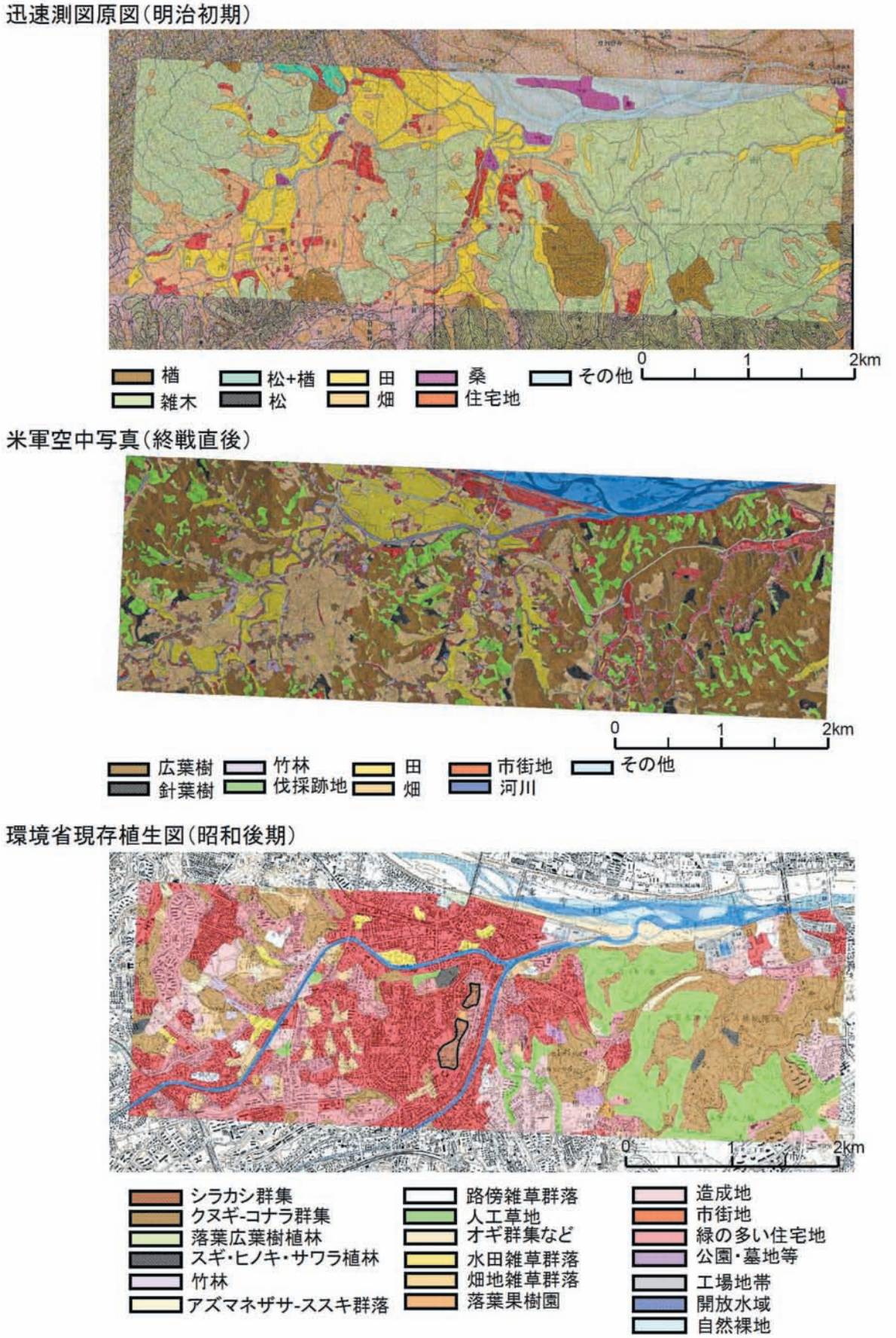
表－１　土地被覆・植生のカテゴリー分類

大分類	中分類	迅速測図	米軍写真	現存植生図
森林	広葉樹	楢	広葉樹	シラカシ群集
		雑木		クヌギ-コナラ群集
				落葉広葉樹植林
	針葉樹	松+楢	針葉樹	スギ・ヒノキ・サワラ植林
		松		
	竹林	–	竹林	竹林
草地	草地	–	伐採跡地	アズマネザサ-ススキ群落
				路傍雑草群落
				人工草地
				オギ群集など
耕作地	田	田	田	水田雑草群落
	畑	畑	畑	畑地雑草群落
		桑		落葉果樹園
改変地	市街地	住宅地	市街地	造成地
				市街地
				緑の多い住宅地
				公園・墓地等
				工場地帯
その他	その他	その他	河川	自然裸地
			その他	開放水域

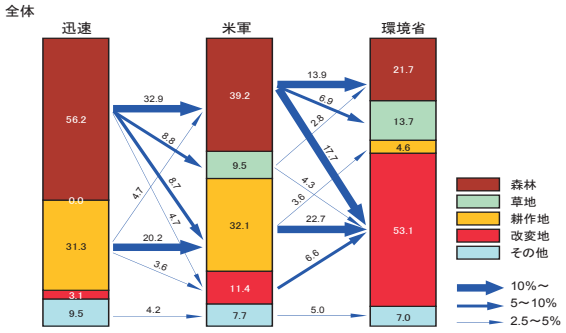
５．地域全体の土地被覆・植生変化の状況

対象地域全体の土地被覆変化（大分類）の動態を図－３に示す．明治初期には６割を占めていた森林が終戦直後には４割になり，昭和後期には２割に減少している．一方，明治初期に３割を占めていた耕作地は終戦直後も３割とほとんど変わらないが，昭和後期には５％と激減している．終戦直後に全体の１割だった改変地が昭和後期には５割を超えている．昭和後期に改変地へ変わったものは森林からよりも耕作地からが多い．現在でも多摩丘陵では森林がそれなりに残存しているのに対し，耕作地はほとんどが改変地に変わってしまっている．なお，乞田川より東側の丘陵は，かなりの部分が米軍多摩サービス補助施設となっており，それほど開発されずにリクリエーション施設として残されている．そのため乞田川を境に東西に区分し，それぞれの土地被覆変化を示した結果を図－４，５に示す．

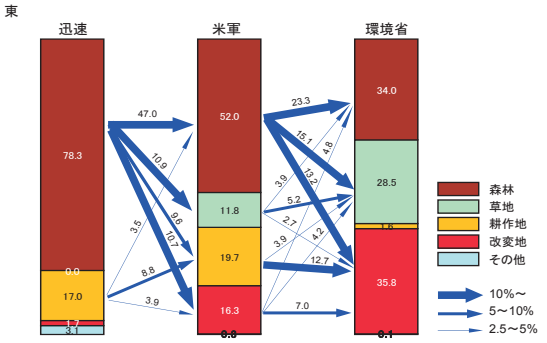
東側の地区は森林・草地の合計は終戦直後と昭和後期とでほとんど変化しておらず，耕作地が激減して改変地に変化している．草地が増えているのは，米軍施設内のゴルフ場開発によるものである．一方西側の地区は，終戦直後から昭和後期にかけて森林や耕作地が改変地に変化しているが，明治初期から終戦直後にかけては，森林，耕作地共にそれほど大きくは変化していない．



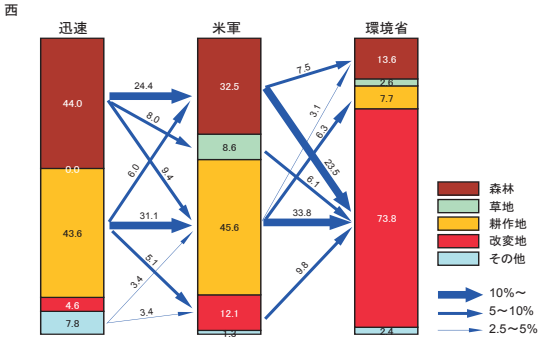
図－２　各時期の土地被覆・植生の状況



図－３　対象範囲の土地被覆変化（大分類）



図－４　対象範囲東部の土地被覆変化（大分類）



図－５　対象範囲西部の土地被覆変化（大分類）

６．土地被覆・植生の小区分毎の変化の特徴

時代毎の個別の土地被覆・植生変化について，その特徴を見てみる．必要に応じ現地調査を行い，変化状況の考察に関する判断材料とした．

６．１　迅速図からみた土地被覆変化

６．１．１　迅速図の森林植生の変化

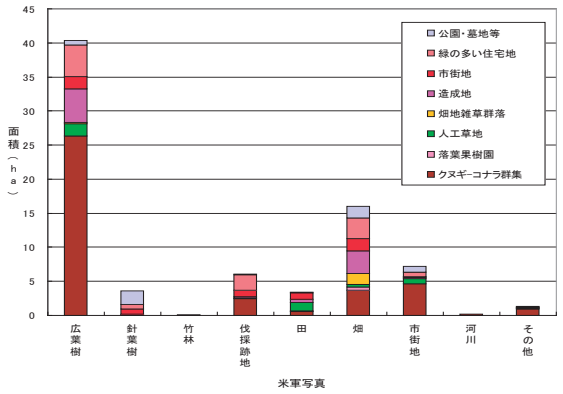
迅速図で「楢」と記述されているポリゴンの変遷を図－６に示す．横軸に米軍写真での土地被覆分類を示し，それぞれの棒グラフを現存植生図の群落区分に分けて示している．面積は約 78ha あるが，米軍写真では約 40ha（52%）が広葉樹で，約６ha（８%）が伐採跡地，約 16ha（20%）が畑，約７ha（９%）が市街地に変化した．現存植生図では約 39ha（49%）がクヌギーコナラ群集で，約９ha（12%）が造成地，約 11.5ha（15%）が緑の多い住宅地になっている．終戦直後から昭和後期にはナラ林そのものはそれほど減少せず，終戦直後までに伐採跡地や耕作地等に改変されたナラ林が，昭和後期に市街地等に改変された傾向が読み取れる．

迅速図で「松」と記述されているポリゴンの変遷を図－７に示す．面積は約 38ａしかなく，米軍写真では約 16ａ（43%）が広葉樹，約 15ａ（38%）が針葉樹，約７ａ（19%）が伐採跡地であった．現存植生図では約 11ａ（27%）がクヌギーコナラ群集，約 22ａ（58%）が人工草地，約 59ａ（15%）が造成地であった．米軍写真で広葉樹に変化したエリアは，４割が造成地に変化している．

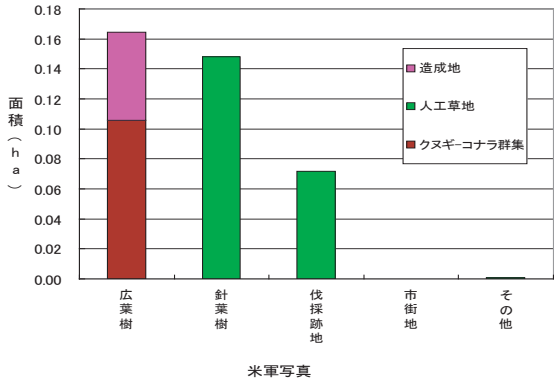
迅速図で「松＋楢」と記述されているポリゴンの変遷を図－８に示す．面積は約７ha しかなく，米軍写真では約３ha（41%）が広葉樹，約 0.8ha（11%）が伐採跡地，約 2.3ha（32%）が畑であった．現存植生図では約 4.2ha（56%）がクヌギーコナラ群集，約 0.6ha（８%）が畑地雑草群落，約 1.7ha（23%）が市街地，約 0.7ha（10%）が緑の多い住宅地であった．米軍写真で広葉樹に変化したものについて，現存植生図では６割強がクヌギーコナラ群集で，残りは市街地か緑の多い住宅地に変化している．伐採跡地に変化したものはクヌギーコナラ群集に回復，畑でも６割弱がクヌギーコナラ群集に回復し，残りは畑地雑草群落と市街地に変化している．

迅速図で「雑木」と記述されているポリゴンの変遷を図－７に示す．約 776ha と広い面積を占める．米軍写真では約 426ha（56%）が広葉樹で，約 128ha（16%）が伐採跡地，約 93ha（12%）が畑，約 64ha（８%）が市街地である．現存植生図では約 234ha（30%）がクヌギーコナラ群集で，約 147ha（19%）が人工草地，約 79ha（10%）が造成地，約 150ha（19%）が市街地，約 98ha（13%）が緑の多い住宅地に変化した．

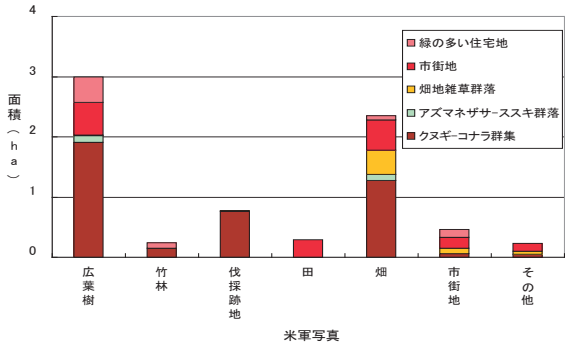
図－６と図－９とを比べてみると，迅速測図で楢のエリアは，現存植生図でもクヌギーコナラ群集が大きな面積で残されている一方，迅速測図で雑木のエリアは，伐採跡地，耕作地，改変地等に変化した割合が大きい．楢のエリアは，桜ヶ丘公園，米軍多摩サービス補助施設の南西部，東電学園の東側の３箇所である（図－２）．現地調査で生育状況の良いナラ林を確認しており，桜ヶ丘公園では胸高直径 96cm のコナラなど明治期の頃からの樹木も残存していた．



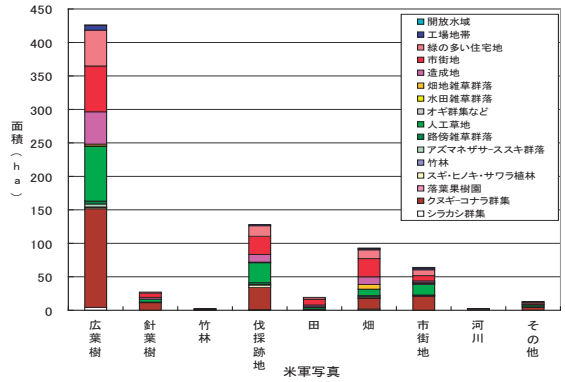
図－６　迅速図で「楢」の領域の変遷



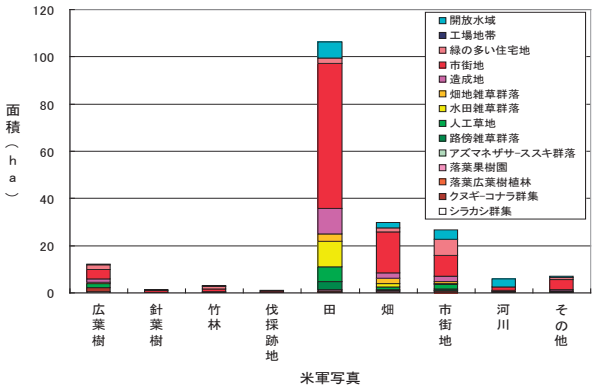
図－７　迅速図で「松」の領域の変遷



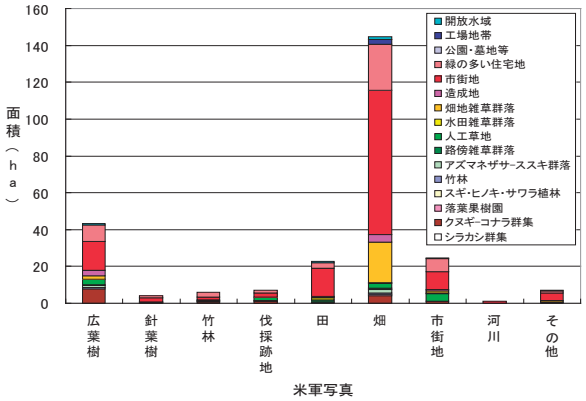
図－８　迅速図で「松＋楢」の領域の変遷



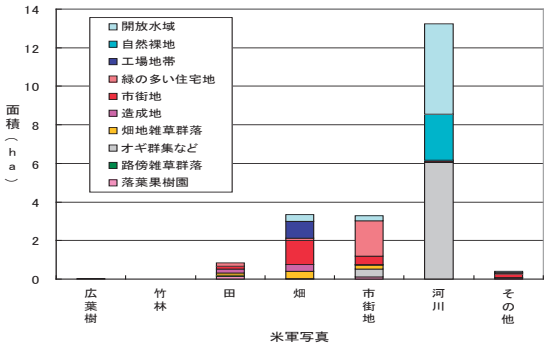
図－９　迅速図で「雑木」の領域の変遷



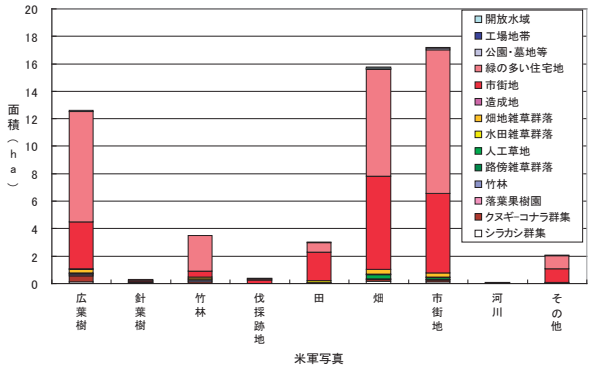
図－10　迅速図で「田」の領域の変遷



図－11　迅速図で「畑」の領域の変遷



図－12　迅速図で「桑」の領域の変遷



図－13　迅速図で「住宅地」の領域の変遷

明治時代の測量官が当時の見栄えの良いナラ林に「楢」と注記を書き，それが開発されずに残されてきた可能性が高いと考えられる．一方雑木については，当時特筆すべき植生で無かったことが，より開発を進めるきっかけになった可能性が指摘できる．

６．１．２　迅速図の土地利用の変化

迅速図で田となっているポリゴンの変遷を図－10に示す．面積は約 194ha で，米軍写真では約 106ha（55%）が田，約 30ha（15%）が畑，約 27ha（13%）が市街地であった．現存植生図では約 12ha（６%）が人工草地，約 14ha（７%）が水田雑草群落，約 17ha（９%）が造成地，約 100ha（52%）が市街地，約 15ha（８%）が緑の多い住宅地であった．終戦直後から昭和後期にかけて，大幅に市街地等に改変されていることが読み取れる．

迅速図で畑となっているポリゴンの変遷を図－11に示す．面積は約 260ha で，米軍写真では約 43ha（17%）が広葉樹，約 23ha（９%）が田，約 145ha（54%）が畑，約 25ha（９%）が市街地であった．現存植生図では約 15ha（６%）がクヌギーコナラ群集，約 13ha（５%）が人工草地，約 27ha（10%）が畑地雑草群落，約 129ha（50%）が市街地，約 51ha（20%）が緑の多い住宅地であった．終戦直後から昭和後期にかけて大幅に市街地等に改変されている点は水田と同じ傾向である．

迅速図で桑となっているポリゴンの変遷を図－12に示す．面積は約 21ha で，米軍写真では約３ha（16%）が畑，約３ha（16%）が市街地，約 13ha（63%）が河川であった．元々河川敷に立地することが多く，現存植生図では約６ha（31%）がオギ群集，約５ha（25%）が開放水域であった．

迅速図で住宅地となっているポリゴンの変遷を図－13 に示す．面積は約 55ha で，米軍写真では約 13ha（23%）が広葉樹，約 16ha（28%）が畑，約 17ha（26%）が市街地であった．一方，現存植生図では約 20ha（36%）が市街地，約 31ha（58%）が緑の多い住宅地であり，森林や耕作地への土地被覆変化はほとんど無い．これは，米軍写真の土地被覆分類は，カラー化のための土地被覆分類で，農家等の住宅地において民家・樹木・裸地等をそれぞれ別の項目で分類してしまっていること，明治の頃は畑地の周辺にそれぞれ住宅が分散して配置されているので，畑と住宅地との区分が困難であることが原因と考えられ，基本的には明治初期に住宅地だったところは，その後も住宅地として継続していたと考えて良い．

６．２　米軍写真からみた土地被覆変化

米軍写真で広葉樹であったポリゴンは，迅速図では 86%が楢や雑木等の森林植生であったが，残りは８%が畑，２%が田，住宅地であった．米軍写真では住宅地内の樹林も広葉樹として判読したため，実際には変化したものは少ないと考えられるが，畑については耕作放棄地等が広葉樹に変化した可能性も考えられる．現存植生図では，34%がクヌギーコナラ群集，16%が人工草地，11%が造成地，17%が市街地，14%が緑の多い住宅地であった．1/3 が森林として残されているが，残りはゴルフ場や市街地等に改変させられている．

米軍写真で針葉樹であったポリゴンは，迅速図では 82%が楢や雑木等の森林植生であったが，松であったものはほとんど無い．雑木にアカマツ林等が含まれていたのか，広葉樹が伐採されて針葉樹が植えられたのかについては明確ではない．現存植生図では，32%がクヌギーコナラ群集，４%がスギ・ヒノキ・サワラ植林，12%が人工草地，８%が造成地，27%が市街地，９%が緑の多い住宅地であった．1/3 強が森林として残されているが，残っている森林の大半が広葉樹であることから，植生遷移があったものと考えられる．

米軍写真で竹林だったポリゴンについては，迅速図では竹林の注記が無いので詳しい変化は不明である．雑木が 18%，田が 19%，畑が 40%，住宅地が 16%であった．現存植生図では，竹林のまま残っているのは４%，クヌギーコナラ群集が９%，畑地雑草群落が７%，造成地・市街地が 25%，緑の多い住宅地が 48%である．米軍空中写真では住宅地内の竹林などをきちんとポリゴン化しているのに対し，現存植生図では竹林に囲まれた住宅を緑の多い住宅地として一括してしまっている可能性が高い．

米軍写真で伐採跡地であったポリゴンは，迅速図では雑木や楢など 92%が森林植生であった．現存植生図では，27%がクヌギーコナラ群集，22%が人工草地，８%が造成地，21%が市街地，14%が緑の多い住宅地に変化した．1/3 弱が森林に復活しているが，残りはゴルフ場や市街地等に改変させられている．

６．３　現存植生図からみた土地被覆変化

６．３．１　森林植生の過去の状況

（１）シラカシ群集

現存植生図でヤブツバキクラスの自然植生であるシラカシ群集は，関戸地区の旧鎌倉街道沿いの西側斜面に約 9.3ha 分布している．シラカシ群集のポリゴンの変遷を図－14 に示す．横軸に米軍写真での土地被覆分類を示し，それぞれの棒グラフで迅速図の土地被覆の割合を示している．迅速図では約 7.7ha（83%）が雑木の森林植生であり，約 0.72ha（８%）が田，約 0.56ha（６%）が住宅地である．米軍写真では約５ha（54%）が広葉樹，約 0.7ha（７%）が

伐採跡地，約 0.6ha（６％）が田，約２ha（22%）が畑，約 0.5ha（５％）が市街地であった．現在自然植生であるのに過去に改変地や耕作地であるという矛盾が認められるが，この点については現地調査の結果を踏まえて考察のところで議論する．

（２）クヌギーコナラ群集

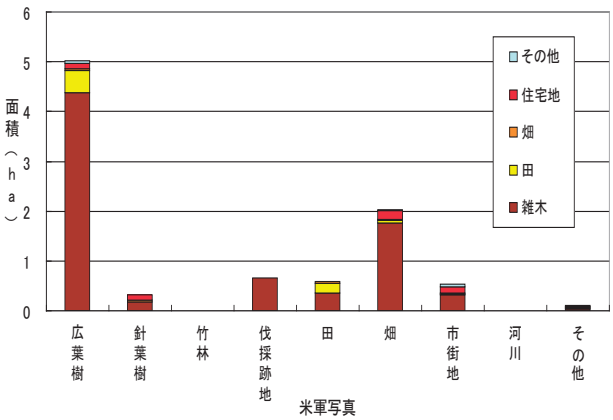
現存植生図でヤブツバキクラスの代償植生であるクヌギーコナラ群集は，調査範囲ほぼ全域に分布し，約 304ha を占める．クヌギーコナラ群集の変遷を図－15 に示す．迅速図では約 277ha（91%）が楢，雑木等の森林植生であった．米軍写真については約 189ha（61%）が広葉樹，約 39ha（13%）が伐採跡地，約 26ha（９％）が畑，約 28ha（９％）が市街地であり，現在のクヌギーコナラ群集の４割弱は伐採跡地や耕作地等から遷移している．米軍写真で耕作地だったポリゴンはクヌギーコナラ群集の縁辺部に位置しており，現存植生図のポリゴンの位置ズレである可能性が高い．一方，伐採跡地については一定以上のまとまった面積があり，形状も断片的でないことから，その後クヌギーコナラ群集に回復したものと判断できる．

（３）スギ・ヒノキ・サワラ植林

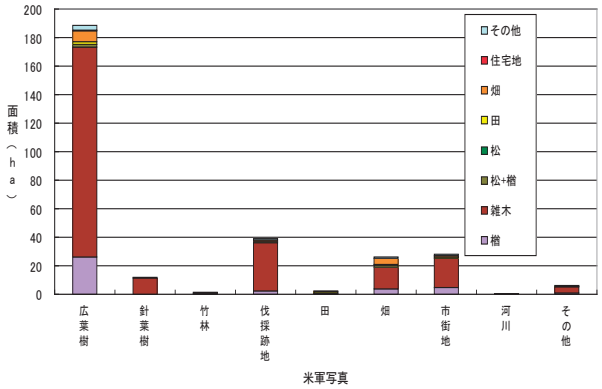
現存植生図のスギ・ヒノキ・サワラ植林の変遷を図－16 に示す．面積は約 8.1ha あるが，迅速図では約 7.9ha（98%）が雑木であった．米軍写真では約 2.6ha（32%）が広葉樹，約 1.3ha（17%）が針葉樹，約 2.9ha（36%）が伐採跡地であった．大半が戦後に植林されたという結果になっている．聖蹟桜ヶ丘駅近傍の霞ヶ関緑地保全地区で現地確認を行ったところ，一部針葉樹が残るものの大半がクヌギ，コナラなどの広葉樹であり，シラカシ林も存在する．ただし，ヒノキが植林されていた痕跡は認められ，伐採跡地にヒノキを植林した後に植生遷移して広葉樹の二次林に変化したものと考えられる．

（４）竹林

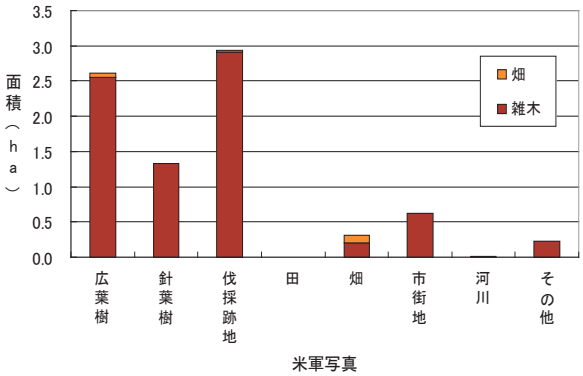
現存植生図の竹林は，百草団地の南側に分布し約 5.1ha を占める．竹林の変遷を図－17 に示す．昔からの住宅地の近傍に当たり，迅速図では約 2.3ha（44%）が雑木で，約 2.6ha（52%）が畑であった．米軍写真では約 1.5ha（29%）が広葉樹，約 0.7ha（14%）が竹林，約 0.5ha（10%）が伐採跡地，約２ha（39%）が畑であった．現地調査の結果，概ね竹林という分類で問題はないが，細かく住宅地，畑，広葉樹等が混在している．米軍写真で竹林以外のエリアは，昔に畑や住宅地であった名残が残っている．また，現存植生図としては緑の多い住宅地と分類した方が適切な場所もあった．



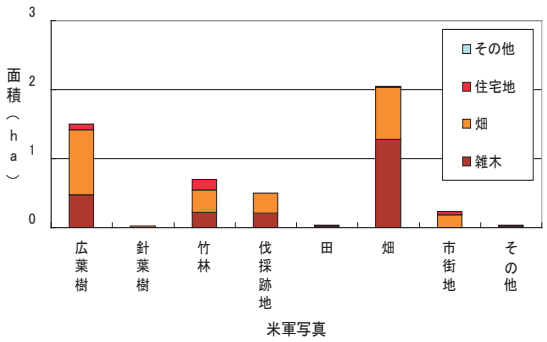
図－14　シラカシ群集の変遷



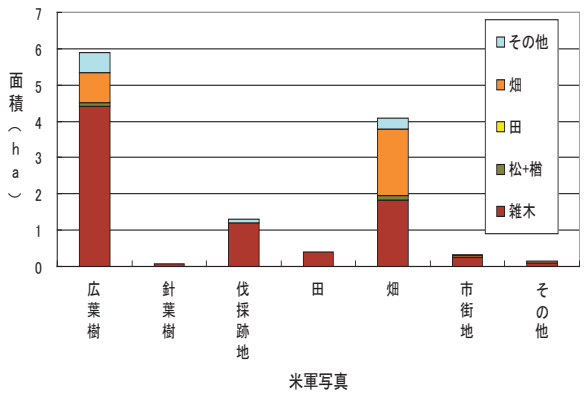
図－15　クヌギーコナラ群集の変遷



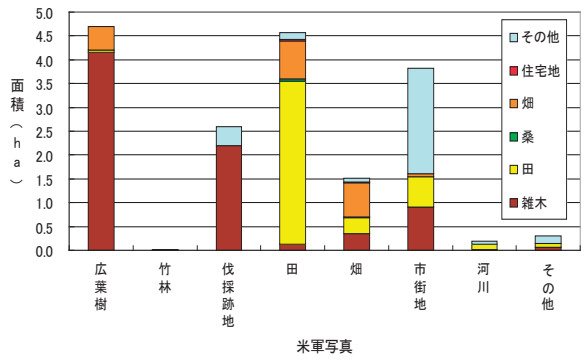
図－16　スギ・ヒノキ・サワラ植林の変遷



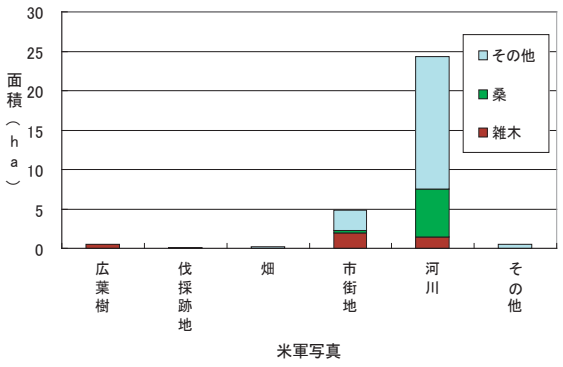
図－17　竹林の変遷



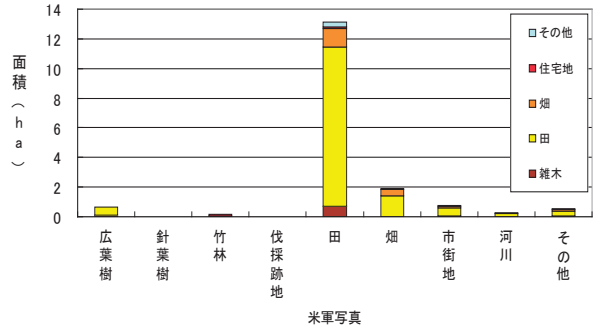
図－18　アズマネザサースススキ群落の変遷



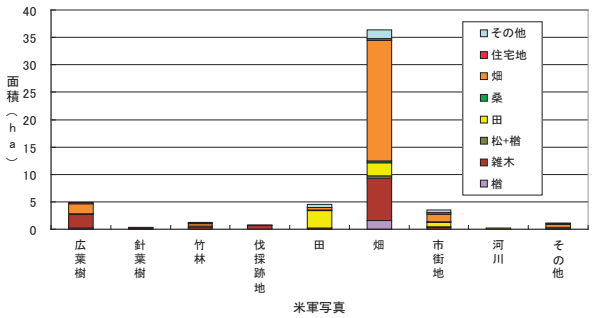
図－19　路傍雑草群落の変遷



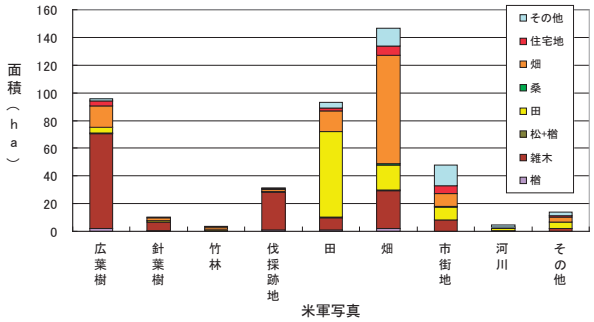
図－20　オギ群集の変遷



図－21　水田雑草群落の変遷



図－22　畑地雑草群落の変遷



図－23　市街地の変遷

６．３．２　草地植生の過去の状況

現存植生図のアズマネザサースススキ群落は約12ha を占める．アズマネザサースススキ群落の変遷を図－18 に示す．迅速図では約 8.5ha（70%）が雑木等の森林植生，約 2.7ha（22%）が畑であった．米軍写真では約 5.9ha(48%)が広葉樹，約 4.1ha(33%)が畑であった．

現存植生図の路傍雑草群落（ヨモギ）は約 18ha を占める．路傍雑草群落の変遷を図－19 に示す．迅速図では約 7.8ha（45%）が雑木，約 4.6ha（26%）が田，約 2.1ha（12%）が畑であった．米軍写真では約 4.7ha (26%) が広葉樹，約 4.6ha (25%) が田，約 3.8ha（22%）が市街地であった．ススキは森林植生だったところの，ヨモギは水田等の耕作地であったところの割合が高い特徴がある．

現存植生図のオギ群集などは約 30ha を占める．オギ群集の変遷を図－20 に示す．迅速図では約 6.5ha（21%）が桑，約 20ha（66%）がその他であった．米軍写真では約 24ha（79%）が河川であった．オギは河辺の自然植生であるが，それを反映した結果になっている．

６．３．３　耕作地，市街地等の過去の状況

現存植生図で水田雑草群落であるポリゴンの変遷を図－21 に示す．面積は約 17ha あり，迅速図では約 14ha (80%) が田，約 2 ha (11%) が畑であった．米軍写真では約 13ha（76%）が田，約 2 ha（11%）が畑であった．基本的には明治初期から水田であっ

た場所である．

現存植生図で畑地雑草群落であるポリゴンの変遷を図－22 に示す．面積は約 53ha あり，迅速図では約 15ha（28%）が楢，雑木等の森林植生，約 7 ha（13%）が田，約 27ha（51%）が畑であった．米軍写真では約 4.9ha（9%）が広葉樹，約 4.6ha（9%）が田，約 36ha（68%）が畑であった．こちらも基本的には明治初期から畑であった場所が多いが，1/6 程度は森林からの転用も見られる．

現存植生図で市街地であるポリゴンの変遷を図－23 に示す．面積は約 446ha で，迅速図では約 158ha（35%）が楢，雑木等の森林植生，約 100ha（22%）が田，約 129ha（29%）が畑であった．米軍写真では約 96ha（21%）が広葉樹，約 31ha（7%）が伐採跡地，約 93ha（21%）が田，約 147ha（33%）が畑であった．森林，田，畑からほぼ均等な割合で転用されている．

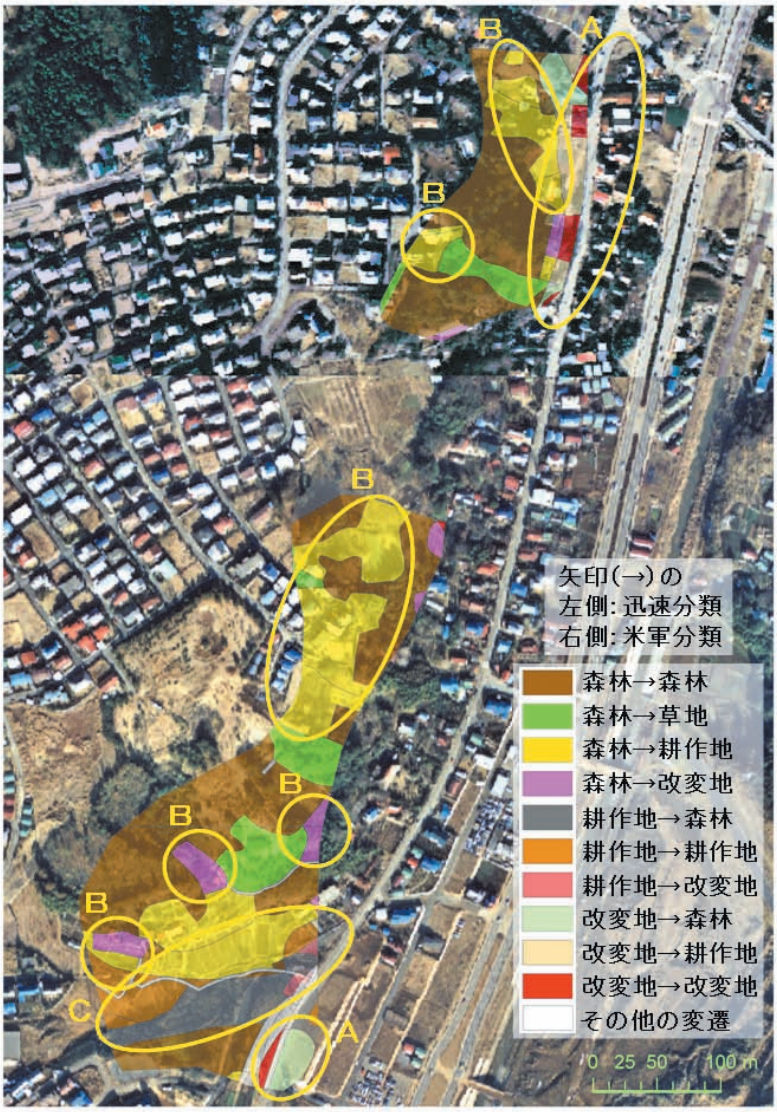
7．考察

7．1　自然植生周辺での土地被覆変遷の問題点

現存植生図で唯一自然林となっていたのは，関戸周辺のシラカシ群集であったが，その周辺では改変地から自然植生への変化など，通常では考えにくい変化が認められたので，その内容について現地調査結果に基づき考察する．

現地調査結果では，この地域の植生はコナラ・シラカシ・クヌギ・サクラ類の広葉樹とスギ・ヒノキ等の針葉樹のパッチが混在しており，自然植生としてのシラカシ群集ではなかった．関戸のシラカシ群集が迅速図と米軍写真とでどのような土地被覆であったかをポリゴン別に示して，1974 年撮影のカラー空中写真オルソと重ね合わせたものを図－24 に示す．ここでは，現実に考えにくい土地被覆変化について，3つのパターンに分けて表示した．

パターンAは，迅速図や米軍写真で改変地になっている範囲である．図－24 のオルソ写真でも住宅の



図－24　関戸のシラカシ群集周辺の土地被覆変遷

ある箇所にシラカシ群集のポリゴンが重なっていることから，この変化は現存植生図のポリゴンの位置ズレが原因で，明治初期から住宅地等の改変地であったと判断できる．

パターンＢは，迅速図では森林植生であったが，米軍写真では草地，耕作地，改変地になっている範囲である．米軍写真で田，畑に変化している箇所は，昭和後期のオルソ写真でも住宅地や田，裸地になっており，現地調査の結果でも森林植生ではなかった．また，米軍写真で草地（伐採跡地）だった箇所や一部の畑は公園化しており，広葉樹が生えている．ただし，純粋なシラカシ林ではなく，ヒノキが植林されていたり，クヌギーコナラ林になっていたりした．ヒノキとコナラの樹齢を調査したところ，胸高直径が約 30cm，樹齢は 30 年程度であり，昭和後期までに植栽されたか二次林として成長したものと考えられる．現存植生図ではまとまった範囲のシラカシ群集が表示されていたが，現状では米軍写真で広葉樹か伐採跡地になっている範囲がその後の手入れで森林植生として残されているに過ぎず，ポリゴンの範囲や属性が不正確である．

パターンＣは，迅速図か米軍写真で田となっていた範囲である．Ｃの北半分は，迅速図で森林植生，米軍写真で田である．昭和後期のオルソ写真でも水田となっており，この場所は谷地地形で明治初期から水田であったと考えられる．Ｃの南半分は，迅速図で田，米軍写真で森林植生となっており，昭和後期のオルソ写真では森林となっている．この場所は丘陵地で明治初期から森林であったと考えられる．現地調査の結果でも，谷地部で水田，丘陵部で照葉樹林の土地被覆になっており，明治以降に地形変化を伴うような大規模な土地被覆の変化があったとは考えにくい．迅速図で等高線と土地利用との関係を見ると，丘陵部が森林植生，谷地部分が田となっており，地形と土地利用との対応は良い．従って，この変化は迅速図の位置精度が谷地部で悪く，谷半分くらいが位置ズレを起こしているためと考えられる．迅速図に谷地部で大きな位置ズレが認められることは，スプレイグほか（2000）も報告している．

７．２　本手法の有効性の検討

今回の３種類の土地被覆ポリゴンデータのオーバレイ解析の範囲は 1,535ha であり，645 の土地被覆・植生の変化パターンが抽出できた．今回の解析に使ったポリゴンデータが，一番位置精度が良くないもので縮尺５万分１程度ということで，30m程度の位置ズレはやむを得ないと判断されること，５万分１現存植生図では１ha 以下の植生パッチは取得していないこと等から１ha 以上の変化を対象にすると，その場合の変化パターン数は 170 で累積面積は全体の 93.9%となる．従って，９割程度の確からしさで概ねの土地被覆の変化は把握できていると見なせる．

変化パターンの面積順の上位 50 番目までを表－２に示す．上位 50 番目までの累積面積は 74.5%で，全体の 3/4 である．上位 50 位内の変化パターンを分析して，不変化，改変（人為影響で開発が進む方向の変化：人工草地はゴルフ場なので改変と判断），回復（草地や耕作地の森林化や裸地の草地化など植生量が増加する方向の変化），遷移（森林植生内での樹種変化など植生量が大きく変わらない変化）に分類した．大半が改変系の変化を示しているが，第１位はクヌギーコナラ系の広葉樹からなる雑木が変化しなかったもので，147ha（全体の 9.6%）を占めている．上位 50 位の中には，森林から耕作地への変化や耕作地から改変地への変化など人工改変方向への変化だけでなく，伐採跡地または畑からクヌギーコナラ群集への変化などの森林回復（第８位 34ha や第 22 位 16ha）や，針葉樹からクヌギーコナラ群集への変化などの植生遷移（第 28 位 11ha）なども認められた．これらの変化は，位置ズレの可能性を完全に否定できるものではないが，現地調査の結果では関戸のシラカシ林周辺や霞ヶ関緑地保全林などで植生遷移の過程にあるものを認めることが出来たことから，この手法で捉えた植生回復の変化も有意なものと判断した．

一般には非可逆であるため考えにくい土地被覆変化については，疑問として表－２で赤く示した．第 41，42，49 位の変化パターンは，迅速図と現存植生図が住宅地で，米軍写真で森林や畑というパターンである．迅速図では住宅が畑地の中に混在して明確には区分されておらず，米軍写真ではカラー化のための土地被覆分類であるために，住宅地内の建物や樹林や庭がそれぞれ別に分類されている．この変化パターンは，このことに起因していると考えられ，実際には明治初期から緑に囲まれた住宅地が存在していて，不変化に分類すべきものとみなせる．また，第 16 位には，「雑木→市街地→クヌギーコナラ群集」という変化が 21ha も占めている．図－２を見ると，現在米軍多摩サービス施設がある東部地区は，米軍写真では建物が存在し市街地に区分されている．ここでは米軍による強制的な土地利用変化がなされ，建物放棄による森林化が進んだものと考えられる．

このように，上位 50 位以内には位置ズレ等に起因すると考えられるあり得ない変化パターンは無かった．７．１で示した迅速図の谷地部での位置ズレに起因する考えにくい変化（パターンＣ）についてであるが，谷地部の周辺では開発が進まず終戦直後には森林植生であると仮定すると，迅速図で田，米軍写真で森林である変化パターンが候補になりうる．その様なパターンで最も上位に来るものは第 68 位

の「田→広葉樹→市街地」の 3.9ha で，累計では 79.9%であった．従って，位置ズレ等に起因する問題点は累計 80%あたりから出始めるものと考えられ，この手法での土地被覆変化把握は８割程度の精度での議論は行えるものと判断した．

表－２　面積上位 50 番目までの土地被覆変化パターン

白：不変化；黄：改変；緑：回復；茶：遷移；赤：疑問のある変化

	明治初期	終戦直後	昭和後期	変化パターン	面積(ha)	割合(%)	累計(%)
1	雑木	広葉樹	クヌギ-コナラ群集	不変化	147	9.58	9.58
2	雑木	広葉樹	人工草地	改変	82	5.35	14.93
3	畑	畑	市街地	改変	78	5.10	20.02
4	雑木	広葉樹	市街地	改変	69	4.48	24.50
5	田	田	市街地	改変	62	4.01	28.51
6	雑木	広葉樹	緑の多い住宅地	改変	54	3.50	32.01
7	雑木	広葉樹	造成地	改変	48	3.14	35.15
8	雑木	草地	クヌギ-コナラ群集	回復	34	2.20	37.36
9	雑木	草地	人工草地	改変	30	1.96	39.32
10	雑木	畑	市街地	改変	28	1.81	41.12
11	雑木	草地	市街地	改変	27	1.77	42.89
12	楢	広葉樹	クヌギ-コナラ群集	不変化	26	1.72	44.61
13	その他	河川	開放水域	不変化	25	1.64	46.24
14	畑	畑	緑の多い住宅地	改変	25	1.62	47.86
15	畑	畑	畑地雑草群落	不変化	22	1.43	49.29
16	雑木	市街地	クヌギ-コナラ群集	疑(改変→回復)	21	1.34	50.64
17	田	畑	市街地	改変	18	1.14	51.78
18	その他	河川	オギ群集など	回復	17	1.09	52.88
19	雑木	草地	緑の多い住宅地	改変	16	1.03	53.90
20	雑木	市街地	人工草地	改変	16	1.02	54.92
21	畑	広葉樹	市街地	回復→改変	16	1.02	55.94
22	雑木	畑	クヌギ-コナラ群集	改変→回復	16	1.01	56.96
23	畑	田	市街地	改変	15	0.99	57.94
24	その他	市街地	市街地	不変化	15	0.96	58.91
25	その他	河川	自然裸地	不変化	15	0.95	59.86
26	雑木	畑	緑の多い住宅地	改変	13	0.85	60.71
27	その他	畑	市街地	改変	13	0.83	61.53
28	雑木	針葉樹	クヌギ-コナラ群集	遷移	11	0.72	62.26
29	雑木	草地	造成地	改変	11	0.72	62.98
30	田	田	水田雑草群落	不変化	11	0.70	63.68
31	雑木	畑	造成地	改変	11	0.69	64.38
32	田	田	造成地	改変	11	0.69	65.07
33	住宅地	市街地	緑の多い住宅地	不変化	10	0.68	65.75
34	雑木	畑	人工草地	改変	10	0.63	66.38
35	畑	市街地	市街地	改変	10	0.62	67.00
36	雑木	田	市街地	改変	9	0.59	67.59
37	畑	広葉樹	緑の多い住宅地	回復→改変	9	0.59	68.18
38	田	市街地	市街地	改変	9	0.58	68.76
39	雑木	市街地	緑の多い住宅地	改変	9	0.56	69.31
40	雑木	市街地	市街地	改変	8	0.53	69.85
41	住宅地	広葉樹	緑の多い住宅地	疑(回復→改変)	8	0.52	70.37
42	住宅地	畑	緑の多い住宅地	疑(回復→改変)	8	0.51	70.88
43	雑木	畑	畑地雑草群落	改変	8	0.50	71.38
44	畑	広葉樹	クヌギ-コナラ群集	回復	8	0.50	71.88
45	畑	市街地	緑の多い住宅地	改変	7	0.46	72.34
46	田	田	開放水域	遷移	7	0.45	72.79
47	田	市街地	緑の多い住宅地	改変	7	0.45	73.24
48	雑木	広葉樹	工場地帯	改変	7	0.45	73.69
49	住宅地	畑	市街地	疑(回復→改変)	7	0.44	74.13
50	田	田	人工草地	改変	6	0.41	74.54

８．まとめ

位置精度・分類項目の違う時系列地理情報を組み合わせることで，多摩丘陵の明治初期以降の土地被覆変化を概ね捉えることが出来た．また，伐採後の植生回復や植生遷移等の変化も捉えることが出来た．一部考えにくい土地被覆の変化が一定以上の面積で認められたが，大半は現存植生図の位置精度が良くないためのポリゴンデータの位置ズレに起因するものであった．

迅速図に関しては，道路沿いなどでは位置精度は良かったものの，谷地部では位置精度が悪く，谷地の幅の半分くらいの位置ズレが認められた．従って，迅速図で田だったものが森林に変化するという考えにくい変化が，比較的大きな面積抽出される結果となった．また森林植生そのものの分布については概ね正確ではあるが，具体的な樹種の範囲は示されておらず，楢等の特殊なものだけ文字情報として記述されていた．従ってその分布範囲を明示的にGISデータ化することは困難であり，またその妥当性の検証も難しい．しかし，文字情報で楢とあるのは，桜ヶ丘公園や東電学園周辺など，現在まとまった範囲のクヌギーコナラ群集が存在するエリアであり，当時から貴重で景観上も特徴のある土地被覆であったと推察される．従って迅速図の景観情報は，当時の環境復元にとって極めて貴重な情報を内包していると言える．

米軍写真については，位置精度も良く極めて細かい土地被覆分類が可能である．森林についても広葉樹，針葉樹，竹林程度の区分は容易であったが，白黒で画像もそれほど鮮明ではないことから，これより細かい樹種の区分は困難であった．広葉樹については落葉広葉樹林と常緑広葉樹林の区別が，針葉樹についてはアカマツ林とスギ・ヒノキ植林の区別が可能であると，より重要な植生情報抽出に繋がる．

現存植生図は植物社会学的な視点での植生データで，植生変化を見る上で重要なデータである．しかし，位置精度が良くないため，米軍写真がより細かな土地被覆分類が可能な分，実際には変化していないものも変化として捉えてしまう要因となっている．現在環境省では2.5万分１現存植生図の整備を進めており，今後はより詳細でかつ現況を反映した植生情報の活用が期待できる．

謝　辞

現地調査は，当時地理情報解析研究室の長谷川裕之主任研究官（現在，文部科学省研究開発局），(財)自然環境研究センターの杉村尚氏，吉田剛司博士(現在，酪農学園大学准教授）と一緒に行い，特に杉村氏と吉田氏からは現地植生に関して貴重な助言を頂いた．また，本研究で使用したGISデータの入力，データベース作成，図表の作成に関しては，地理情報解析研究室非常勤職員の村上弘明氏（現在，ESRIジャパン勤務），山口優子氏に大変お世話になった．ここに記して，感謝申し上げる．

参 考 文 献

長谷川裕之，小荒井衛，佐野滋樹，山本尚（2006）：旧版地図・航空写真による地形変化（盛土・切土）の把握，日本写真測量学会平成18年度年次学術講演会，245-248.

長谷川裕之，小白井亮一，佐藤浩，飯泉章子（2005a）：米軍撮影空中写真のカラー化とその評価，写真測量とリモートセンシング，44(3)，23-36，http://www.journalarchive.jst.go.jp/jnlpdf.php?cdjournal=jsprs1975&cdvol=44&noissue=3&startpage=23&lang=ja&from=jnltoc （accessed 13 Sep. 2010）.

長谷川裕之，吉田幸子，小白井亮一（2005b）：迅速測図原図の幾何補正精度に関する研究，日本国際地図学会平成17年度定期大会発表論文・資料集，92.

井口悦男（2001）：明治期迅速測図原図の基礎的研究，私家版.

小椋純一（1996）：植生からよむ日本人のくらし，雄山閣.

スプレイグ　デイビッド，後藤巌寛，守山弘（2000）：迅速測図のGIS解析による明治初期の農村土地利用の分析，ランドスケープ研究，63(5)，771-774，http://ci.nii.ac.jp/els/110004305132.pdf?id=ART0006476296&type=pdf&lang=jp&host=cinii&order_no=&ppv_type=0&lang_sw=&no=1284343984&cp= （accessed 13 Sep. 2010）.