天然林の空中写真判読

板垣恒夫*

Aerial Photo-interpretation of Natural Forests

by Tsuneo ITAGAKI*

1. ま え が き

森林は林産物供給のほか国土保安上の機能ならびに風致的効用を持つものである。したがって森林に対しては造園学的立場からの、いわゆる風致的施策が考慮されなければならない。このための森林現況の把握には空中写真判読による方法が適当と思われる。石井らは環境保全の立場から自然公園の景観変化を空中写真によるメッシュ法から捉え(造雑, Vol. 35 No. 2, 9, 1972), 板垣は天然林施策の視点から林相変化を空中写真によって解析している(日林北支講21号, 11~13, 1972)。この2つの論文はともに森林環境が人為的な介入によって変化したことを明らかにしている。

この報告は空中写真判読から森林を解析図示する方法と、それによって解析された一部道東天然林の現況を説明するものである。これが造園学的立場から森林に対して働きかけるための1つの素材となれば幸いである。

2. 調査方法

(1) 調査地の概況と空中写真

調査地(図-1)は北海道十勝郡浦幌町字川上の道有林池田経営区 102~115 林班の 3,375ha である。地形は一般に中〜急傾斜で地質は白亜紀及び第三紀層に属し、基岩は軟質砂岩、砂質泥岩等よりなる。土壌は若干の砂質で覆われるが、腐植質の混入適度である¹⁾²⁾。森林はトドマツ、エゾマツを主とする針葉樹林と針広混交林の天然林である。

使用した空中写真は国土地理院が1969年7月〜9月に RC-8 (15/23) によって撮影した原縮尺およそ $1/20000$ のパンクロ写真(HO-69-3X)である。林相判読はこの写真を2倍に引伸したものについて反射実体鏡を使用して行なった。(図-1)

(2) 林相判読の方法

森林は色々なタイプの林分が集合したものであると云えるが、この色々なタイプは見る人によって異なるので一定の約束づけが必要となる。このような約束づけとしての林相は一般に樹種構成のおおまかな区分によって分けられている。これに対して、林型は高さや径級などによって一応明確に分けられている。

ここでのべる林相判読は天然林の夫々林分をどのように取扱うべきかと云う天然林の林分施策の考えを前提に始められたものである³⁾。このための判読因子は空中写真判読上比較的容易に判読できる樹冠層、樹種群、疎密度級、樹高級を夫々3水準ずつの区分としてとりあげている。このような因子の組み合わせからなるものは多分に林型的要素を含むものであるが、これを便宜的に林相と称したい。

空中写真を用いての森林調査は、1次判読→地上調査→2次判読→とりまとめ、の順序をたどるのが一般的である⁴⁾。このような手法に関連する筆者の林相判読の方法は図-2の通りである⁵⁾。

この林相判読の基準は以下の通りである。樹冠層; 単層林(I)というのは上層木の夫々に樹高の差が小さくおおむね均一な林冠を呈しており、この樹冠占領面積が全樹冠占領面積の70%以上を占めている林分である。二段林(II)は上層木樹冠と下層樹冠が判然と区分されるもので、かつ下層樹冠はおおむね均一な林冠として認められる林分である。複層林(III)は上層を占める樹冠占領面積が全樹冠占領面積の70%未満で下層木を判然と区分できない上記以外の林分である。樹冠層の模式図は図-3の通りである。樹種群; 針葉樹林(N)は針葉樹の樹冠占領面積比率が全樹冠の70%以上の林分、混交林(M)は針葉樹の樹冠占領面積比率が全樹冠の25%~74%の林分、広葉樹林(L)は針葉樹の樹冠占領面積比率が全樹冠の24%以下の林分を夫々さしている。樹冠疎密

図-1 調査地

* 北海道大学演習林

図-2 林相判読の方法

度級；密林（密）は林地面積にたいする樹冠の占領面積比率が70%以上の林分，中林（中）は林地面積にたいする樹冠占領面積比率が40%～69%の林分，疎林（疎）は林地面積にたいする樹冠占領面積比率が10%～39%の林分である。無立木地（無）はそれが9%以下のものである。樹高級； H_3 は上層木の平均樹高が17m以上の林分， H_2 は上層木の平均樹高9m～16mの林分， H_1 は上層木の平均樹高が8m以下の林分をさしている。さらに上層木の樹高が25m以上の場合は H_4 として表示することもできる。このような林相区分で，たとえばⅢN密 H_3 は「複層林で，針葉樹の樹冠占領面積が全樹冠占領面積の70%以上であり，さらに全樹冠占領面積が林地に対して70%以上を占め，上層木の樹高が17m以上」の林分を意味する。

林相区分の単位面積は崩壊地と造林地と云った顕著なものを除き100m×100mを最小単位としている。これは林野庁や国土地理院によって撮影される空中写真の原縮尺がおおよそ1/20,000～1/25,000であり，使用に際しては1/8,000～1/10,000に引伸していることによる。この引伸写真上で1haを区分するとそれは1cm×1cm前後となり計算に都合がよいこと，さらに写真判読上林分としての特徴が明らかにされうるための最小面積であること，地形図への移写を比較的容易になしうるための最小面積であることによる。そしてこの1haは過去の実績からひきつがれてきたものでもあった⁶⁾。このような林相判読の精度は因子毎には75%以上の判読率であったが，地上調査とその2次判読によって修正されるので精度はさらによくなる⁷⁾。

3. 調査結果

(1) 調査地の林相

図-4は調査地の地形図を林班毎に区分したものであ

図-3 樹冠層の模式

る。この林班の夫々について，方法に従い林相判読を行なった。図-5は調査地のうちの110，111，112，113の各林班にまたがる地域の林相図であるが，これに対応する空中写真は写真-1の通りである。また，この地域の代表林相である「ⅢN密 H_3 」の林相写真ならびに，「トドマツ人工林」の景観は写真-2，写真-3の通りである。さらに表-1は調査地の林班別林相別面積表である。(図-4・5，写真-1・2・3，表-1)

この地域はトドマツ・エゾマツを主とする天然林によって占められていることが林相図ならびに表-1からうかがえる。これらによれば広葉樹林は15.7%，混交林は31.0%，針葉樹林は41.0%，その他が12.3%となり，とくに針葉樹林の面積が大きい。またこの地域で100ha以上の林相はⅢL密 H_3 (12.5%)，ⅢM密 H_3 (21.6%)，ⅢM中 H_3 (6.0%)，ⅢN密 H_3 (36.6%)，ⅢN中 H_3 (3.3%)，造林地 (9.3%)の6林相でこれは全体の89.3%を占める。このなかではⅢN密 H_3 の36.6%が目される。針葉樹林に混交林の31.0%を加えると72.0%になるが，このことからこの地域は針葉樹林あるいは針葉樹の多い混交林であることがわかり特徴的である。広葉樹林は15.7%と少ないが，これの多くは山頂付近の2次林 (山火事跡再生林) と沢沿いの森林である。その他

図-4 林班の位置 (点線は写真-1 の箇所)

図-5 調査地の林相

写真-1 調査地の空中写真

表 1 林 班 別 林 相 別 面 積

林相	林班	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	合 計
林相	III L 密H ₃	17.15	17.92	11.68	25.00	42.92	5.63	24.09	—	43.49	34.78	56.01	51.68	36.58	54.60	421.53
	III L 中H ₃	—	—	4.57	—	4.36	6.14	—	2.84	—	0.76	2.14	1.57	3.81	—	26.19
	III L 疎H ₃	—	5.12	—	—	—	8.19	0.26	3.10	—	2.27	1.88	1.04	0.76	0.78	23.40
	III L 密H ₂	—	1.02	—	—	—	—	—	—	—	1.00	—	2.09	1.27	—	5.38
	III L 中H ₂	—	0.78	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.52	—	—	1.30
	III L 疎H ₂	—	—	—	—	0.51	—	—	—	—	—	—	0.78	—	—	1.29
	III L 疎H ₁	—	0.51	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.51
	I L 密H ₃	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.50	19.83	—	7.11	22.62	50.06
	I L 密H ₂	—	—	—	—	—	—	—	—	1.57	—	—	—	—	—	1.57
	計	17.15	25.35	16.25	25.00	47.79	19.96	24.35	5.94	45.06	39.31	79.86	57.68	49.53	78.00	531.23
林相	III M 密H ₃	71.17	77.82	63.75	110.50	16.45	50.94	38.33	83.69	51.35	46.87	35.64	16.97	33.02	31.72	728.22
	III M 中H ₃	3.84	3.58	11.43	7.50	7.20	70.60	20.98	36.38	1.83	7.06	10.72	10.18	3.81	7.54	202.65
	III M 疎H ₃	2.30	2.05	3.30	2.00	3.60	18.18	17.09	25.80	0.79	11.09	1.61	5.74	1.02	—	94.57
	I M 密H ₃	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	21.44	—	—	—	21.44
	I M 密H ₂	—	—	—	—	—	—	—	—	0.26	—	—	—	—	—	0.26
	計	77.31	83.45	78.48	120.00	27.25	139.72	76.40	145.87	54.23	65.02	69.41	32.89	37.85	39.26	1,047.14
林相	III N 密H ₃	37.63	163.33	95.79	119.37	27.50	34.56	143.43	42.83	83.80	126.84	125.33	96.13	71.66	68.55	1,236.75
	III N 中H ₃	—	4.35	—	1.25	5.40	25.86	9.58	9.80	2.88	23.69	9.65	6.53	—	11.44	110.43
	III N 疎H ₃	—	—	—	12.50	1.80	2.56	3.37	5.68	0.52	0.50	0.54	0.78	0.76	0.78	29.79
	I N 密H ₃	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5.36	—	—	—	5.36
	計	37.63	167.68	95.79	133.12	34.70	62.98	156.38	58.31	87.20	151.03	140.88	103.44	72.42	80.77	1,382.33
造林地	無立木地	78.49	24.32	—	19.25	34.69	5.38	—	—	—	10.33	12.60	53.77	34.04	41.34	314.21
	崩壊地	—	5.63	—	3.75	1.80	11.52	5.18	5.16	5.76	13.10	18.76	7.31	5.08	13.78	96.83
	計	78.49	29.95	0.51	—	0.26	—	—	—	0.79	—	—	1.57	0.25	—	3.38
	計	78.49	29.95	0.51	23.00	36.75	16.90	5.18	5.16	6.55	23.43	31.36	62.65	39.37	55.12	414.42
	合 計	210.58	306.43	191.03	301.12	146.49	239.56	262.31	215.28	193.04	278.79	321.51	256.66	199.17	253.15	3,375.12

写真—2 110林班のⅢN密H3

写真—3 113林班のトドマツ人工林

では無立木地と崩壊地が両方合わせて3.0%を占めている。造林地は9.7%を占めるが、北海道内にこれほど大面積にわたって成林している例は少なく特徴的である。

(2) 調査地の施業経過

森林はそこに人為的介入がないとしても変化するが、変化の程度はそれの有無によって大きな相違が考えられる。調査地における施業以前の林相は、「針葉樹が70%弱、広葉樹が30%強の針広混交林であった。この中ではエゾマツが最も良く生育し、その蓄積は針葉樹のうちの65%を占めていた。

しかしエゾマツの多くは老齢木であった。また、沢部の肥沃地で良好な生育をとげた。広葉樹はカツラ、ナラが大部分を占め、針葉樹の間に点在していた。多くの広葉樹は被圧され良木は少なかった」であった。54年後の1969年現在における林相は林相図とその面積表からさき

のべたように知ることができた。
結果に至る過去の施業経過についてのべる⁸⁾。この地域における天然林施業は、大正4年(1915年)に始められ、以後現在に至るまで、①初期の漸伐作業時代(大正4年～昭和5年)、②第1択伐作業時代(昭和6年～15年)、③中期の漸伐作業時代(昭和16年以降)にその特徴を見ることができる。

① 初期の漸伐作業時代；明治42年に施業原案が作成されたが、その後大正4年に、第1次検討案が作成された。この期間における作業級はトドマツ・エゾマツの前更作業(森林を一定期間内に更新して、ふたたび一斉の森林を仕立てるもので漸伐作業と同意)であり、輪伐期80年、整理期50年であった。大正8年には第2次検討案が作成され、輪伐期を120年に改め針葉樹前更作業とした。具体的には、大正8年までは目通り直径7寸(およそ21cmであるが、これまでには約60年を要した)以上のトドマツ・エゾマツの皆伐、大正9年以後は3寸以上の皆伐を行なった。広葉樹は目通り直径1.5尺(およそ48cm)以上を伐採した。1年の事業面積は約56haを計上していた。ここで、7寸上ならびに3寸上伐採の主たる理由は、密林でおおわれた原生林のうっ閉を破り稚樹の成長を促進させることであった。

② 第1択伐作業時代；昭和5年までの漸伐作業は、画一的な伐採方法であり、林相破壊の恐れがあるなどの理由から、昭和3年に第3次検定案が作成され昭和6年から実施された。この期間における作業級は択伐作業であり、輪伐期120年、回帰年(同一林分がくりかえして伐採される期間)40年であった。

③ 中期の漸伐作業時代；日華事変による生産拡充によって木材需要が激増し、さらに昭和16年の大東亜戦争の勃発はこれに拍車をかけるに至った。このような時代背景のもとに施業は漸伐作業に改められた。この理由としては、時代の要求から価格の低い木の利用範囲が広がったこと、前期択伐の林相整理の必要があったこと、初期の漸伐作業が思ったより良い成績を示したこと、があげられた。中期漸伐作業時代は、昭和15年の第4次検討案(前更作業)から、臨時収穫基案、第5・第6次案、臨時案、そして昭和34年の第1次施業案の経過をへて現在に至っている。

昭和40年時点における調査地の全蓄積は針葉樹324,604 m^3 、広葉樹154,691 m^3 の計479,295 m^3 であった。また、大正4年～昭和39年に至る伐採量は、針葉樹489,865 m^3 、広葉樹171,184 m^3 の計661,049 m^3 であったが、これを年平均伐採量にすると、針葉樹9,797 m^3 、広葉樹3,403 m^3 の計13,200 m^3 であった。尚、昭和34年調査による天然林の成長率は1.5%であった。以上、経過をのべてきたが、原生林最初の施業として前更作業をとってきたこの調査地が50年をへた現在、北海道有数の美林としてたたえられるようになったのは、自然の力と、徹底した育林事業の成果であった⁹⁾。

4. 考 察

(1) 森林は複雑な内容を有しているので、各種の目的から森林を調べようとする場合には、一定の基準からなる類型化が必要である。このような類型化のとりきめと

して、この研究では造林地や無立木地の外、樹冠層、樹種群、疎密度級、樹高級の4つの判読因子を夫々3水準に分け、林相区分を行ってきた。主たる目的は天然林施業であるが、多目的利用も可能である。

(2) 同じ森林を観察する場合、観察者が専門あるいは考え方を異にすると出てくる意見にも相違が現われる。したがって、この報告でのべたような一定基準に従い類型化された林相図があれば大変都合がよい。

(3) 林相図に見るごとく、この調査地の林相は全道に誇り得るものであったが、このような森林が出現するには緻密な天然林施業が行なわれてきたことにほかならない。空中写真判読による定期的な検訂は天然林施業にとって大変有効なものである。

(4) 造園学は人類の生活空間に対する建設技術であると云われる。したがって森林もその対象にほかならず、森林の風致施業と云った形で関係してくる。林業も森林を仕立てると云う観点からすれば造園学と一体である。この調査地は以上のような風致的視点からもよく管理された森林であった。

5. あとがき

空中写真によるこの種研究としては、都市の緑地調査があり、有効なことが知られている¹⁰⁾。森林判読では、Karl M. Hegg氏が「アラスカの林相と土地の写真判定の指標」を紹介し、各種の森林タイプなど技術的視点から森林の空中写真判読の有効なことを説いている¹¹⁾。森林の環境破壊が社会問題としてとりあげられている今日、造園学の立場からの取り組みが増々必要となってきた。従来の庭園学的発想の広い応用を期待したい。空中写真はこのような利用計画に応え得るものであることを付記したい。

最後に、この調査研究に御援助をいただいた道有林第2課試験係の杉本、水谷、鈴木、広田の各氏に感謝する。

引用文献

- 1) 北海道池田林務署：川上の天然林施業，85（1966）
- 2) 池田林務署：川上漸伐作業概要，1（1972）
- 3) 板垣恒夫ら：日林北支講18号，15～26（1969）

- 4) 板垣恒夫：北方林業，Vol. 22，No. 9，19～20（1970）
- 5) 板垣恒夫：84日林講，77～79（1973）
- 6) 林野庁：航空写真による森林調査，138（1955）
- 7) 板垣恒夫：日林北支講20号，1～3（1971）
- 8) 前掲 1) 8～23
- 9) 前掲 1) 40
- 10) 板垣恒夫ら：造園雑誌，Vol. 36，No. 1，31～37（1972）
- 11) Karl M. Hegg：A photo identification guide for the land and forest types of interior Alaska，U.S. Forest service research paper Nor-3，1967

Summary

An interpretation of the type of the Doto natural forest was carried out by an aerial photograph (1/20,000) taken in July 1969. We would be happy if this could become a material to study forests from the standpoint of the science of landscaping.

- 1) A similarity of fixed standards is necessary to survey forests. In the present study, we have adopted 4 interpretation factors: canopy group, tree species group, crown density class and tree height class. Their chief purpose is the management of natural forests, but they can also be utilized for many other purposes.
- 2) A forest type map prepared from fixed standards would be greatly convenient for the coordination of opinions.
- 3) The forest of this site of survey was good, as seen on the forest type map. This comes from the fact that an elaborate management of the natural forest was carried out.
- 4) The science of landscaping, as a construction technique, has a relation between the forest and the life of human beings. From this meaning, too, aerial photographs are quite effective.