

航空寫眞을 利用한 山林資源調查法의 研究*¹

金 甲 德*²

A study on the application of the aerial photographs for forest inventory*¹

Kap Duk Kim*²

This study was performed in Bo-Eun Gun, Chung-Cheong Buk Do. The forest types having been classified, the each area was measured by dot-grid method. The 820 sample points having been obtained by systematic sampling method, the tree heights, crown densities, crown diameters in the points were measured on the aerial photograph, and the volumes per hectare were estimated by the comparison with stereogram.

Thirty eight plots, which amounted to about 4.5% of all the sample points, were sampled with double sampling method and volume were measured by the ground survey method, the result were summarized as follows;

1. There is no significant differentia between the values measured by dot-grid method and the statistical values obtained by the authority for the area.
2. There is no significant differentia between the estimated values and the measured values for the volume. And the coefficient (b) was 1.18.
3. The heights of conifer trees were easily measured more or less, but it was some difficult for the deciduous trees, because the tops of trees were not observed easily.
4. All the values had a tendencies to be overestimated in the low stocked stand and to be underestimated in the high stocked stand.
5. When the aerial volume table method by ground checking needs to be used together, the work should be performed by the experienced technician and the photographic volume table should be made in advance of the work.

緒 論

林業에 있어서 航空寫眞을 利用하는 方法과 그 用途는 나라에 따라 多少 差異가 있다. 卽 山林資源의 規模와 利用方法과 寫眞技術의 技術의 進歩 等에 따라 다르다.

林業에서 航空寫眞 利用은 여러 分野를 생각할 수 있지만 그 中에서도 山林調査에 航空寫眞을 利用한다는 것은 重要한 일로 林業經營計劃을 세우기 爲하여 山林調査를 實施하는데 있어서 精度, 費用, 調査의 難易點등을 考慮할 때 航空寫眞을 利用한다는 것은 더욱 重要하다 하겠다.

航空寫眞을 利用한 山林調査方法에는 地上法, 航空寫眞法 및 地上併用法 等 3가지 있는데 地上法은 航空寫眞을 利用하여 林相區分等을 한 후 地上調査단으로 推定하는 方法으로 現在 우리나라에서 適用시키고 있는 方法이고 航空寫眞法은 寫眞에서만 測定하는 方法으로 이때 寫眞材積表를 使用하지만 精度가 떨어지는 傾向이 있다. 다시 말해서 寫眞에서만 測定하게 되므로 正確度를 豫測할 수 없다는 것이 缺點이라 하겠다. 이것을 補完한 것이 地上併用法이다.

地上併用法은 二重抽出을 하는 것으로 첫째 航空寫眞에 많은 Sample plot를 抽出하여 測定한 후 寫眞材積表에 依하여 林分材積을 推定한 後 이 中에서 및

*¹ Received for Publication in March 8, 1976

*² 서울대학교 農科大學 College of Agriculture, Seoul National University, Suweon

個를 다시 抽出하여 地上法에 依하여 林分材積을 實測할 때 推定値와 實測値 間의 差를 檢定하고 比推定法에 依하여 修正하는 方法으로 資源調査時 航空寫眞利用은 이 方法에 依해야 할 것으로 外國에서는 이 方法에 對한 研究는 勿論 이것을 直接 適用하고 있지만 우리나라에서는 地上法에 依해서만 調査하고 있다.

地上法에 單 依存할 때는 現地調査가 主가 되기 때문에 時間과 費用이 많이 든다는 缺點은 있으나 높은 精度로 推定되는 利點이 있으며 航空寫眞法은 모든 資料를 航空寫眞上에서 直接 測定하게 되므로 費用은 적게 드나 精度가 떨어지는 短點이 있으므로 앞으로 적은 費用과 時間을 考慮할 때는 調査方法의 改善이 時急하다 하겠다. 이와같은 見地에서 본다면 精度도 높고 費用도 節減시킬 수 있는 方法 即 地上併用法은 가장 알맞는 方法이라 하겠다. 그러나 地上併用法은 高度로 發達한 技術이 必要하기 때문에 이 方法을 適用 實施하고자 할 때는 技術研磨와 많은 訓練이 뒤따라야 할 것으로 생각된다.

航空寫眞을 利用한 山林調査는 各國에서 活潑히 推進되고 있을 뿐만 아니라 이에 對한 研究도 대단히 많다. 우리나라에서는 航空寫眞을 利用한 全國의인 山林調査가 實施되고 있으나 이를 뒷받침할만한 研究는 아직 이루어지지 못하고 있으며 다만 部分的인 研究가 몇 編있을 뿐이므로 이에 對한 研究가 많이 이루어져야 하리라 생각된다. 특히 地上併用法을 適用할 段階에 있는 現時點에서는 이에 對한 研究는 時急하다 하겠다. 이와같은 見地에서 볼때 本試驗研究는 調査事業과 直結되는 것으로 대단히 重要하다고 생각된다.

이 研究 遂行에 있어 物心兩面으로 協助해 준 山林資源調査研究所 朴在旭研究官과 關係職員에 謝意를 表함과 同時 原稿整理에 애써준 安仁玉嬢에게 感謝하는 바이다.

本 研究는 文教部 研究助成費에 依하여 이루어진 것이다.

材料 및 方法

1. 材 料

對象地域으로서는 忠北 報恩郡을 選定하였는데 報恩郡은 總面積 59,672ha이고 이 中 約 70%에 該當하는 42,000餘ha가 林野로 되어 있는 地域이다.

本試驗을 遂行키 爲하여 使用된 航空寫眞의 諸元은 보면 다음과 같던.

1. 撮影時期 : 74.9.17~74.10.20
2. 使用한 飛行機 : Aerocommander 680
3. 撮影速度 : 200km/hr

4. Camera : RMK-A(서독製)…70%
RC-8(Swiss製)…30%
5. Camera focal length : 152mm
6. Photo-size : 23cm×23cm(9"×9")
7. film : kodak plus ×
8. filter : minus blue
9. photo paper : semi-glossy, double weight

2. 試驗方法

航空寫眞上에서 樹種을 針, 潤, 混으로 區分하고 樹種을 다시 4徑級(稚樹, 小徑木, 中徑木, 大徑木)으로 나누고 徑級을 다시 疎, 中, 密의 3으로 區分하였다. 區分된 林相을 Vertical Sketchmaster를 利用하여 1:25,000 地形圖에 移寫하여 林相圖를 作成한 후 各 林相別 面積을 點格子法에 依하여 求積하여 各層別 面積을 確定시켰다.

標本抽出은 林相圖上에서 820個의 plot를 系統的 抽出法에 依하여 配置하고 이것을 다시 航空寫眞에 移寫하였으며 820個 plot中에서 Random Sampling에 依하여 4.6%에 該當하는 38個 plot를 2重抽出하였다.

抽出된 820個 plot에 對하여는 山林資源調査研究所에서 製作 使用하고 있는 判讀基準Card (Stereogram)를 利用하여 林分材積을 推定하였으며 地上 plot 38個는 現地에서 實測하여 林業試驗場에서 發表한 材積式을 適用 計算하여 林分材積을 算出하여 實測値로 看做하여 推定値와 比較하였다. 即 推定値와 實測値間의 相關을 求하였으며 比 推定法에 依하여 分析하였다.

여기서 얻어진 推定値와 全國 實態調査에서 얻어진 값은 서로 比較하였는데 即 地上法에 依한 값과 地上併用法과를 比較分析하였는데 이것은 精度를 서로 比較檢討하므로써 調査正確性을 보기 爲한 것이다.

結果 및 考察

航空寫眞에서 樹種을 區分하여 林相圖를 만든 後에 點格子法을 利用 林相別面積을 測定하였더니 다음과 같다. 即 林野總面積은 42,090ha이고 이 中 立木地가 39,070ha 無立木地가 3,020ha이었다.

針葉樹林	18,079ha
稚樹林	11,748ha
小徑木林	5,955ha
疎	522ha
中	3,508ha
密	1,925ha
中徑木林	341ha
中	79ha
密	62ha

大徑木林	35ha
密	35ha
潤葉樹林	900ha
小徑木林	671ha
疎	116ha
中	168ha
密	387ha
中徑木林	128ha
密	128ha
大徑木林	0
混淆林	20,091ha
稚樹林	7,735ha
小徑木林	11,152ha
疎	883ha
中	5,672ha
密	4,597ha
中徑木林	928ha
密	928ha
大徑木林	276ha
中	2ha
密	274ha
無立木地	3,020ha

이面積은 山林總統計와 多少 差異는 있으나 地籍簿上의 面積과는 一致하는 것이며 本試驗에서는 蓄積調查가 主目的이기 때문에 總面積에 多少 差異가 있는것은 큰 問題가 될 수 없으므로 格子法에 依하여 算出된 값을 使用하여 모든 計算을 進行시켰다.

林相圖를 利用하여 系統的抽出法에 依하여 820個의 plot를 配置한 후 이 plot를 航空寫眞에 移寫하여 寫眞에서 樹高, 樹冠直徑, 疎密度 등을 測定하여 Stereogram와 比較 對照하여 ha當 林分材積을 推定하였는데 그 結果는 表1과 같다.

樹高測定에 있어 針葉樹林은 比較的 容易하였으나 潤葉樹林에 있어서는 樹冠頂部가 잘 나타나지 않아 測定에 隘路가 많았다. 樹高測定은 152mm camera에 依한 航空寫眞보다는 210mm camera를 使用하는 것이 良好하다 하겠다. 따라서 앞으로는 210mm camera에 依하여 寫眞을 撮影하여 使用하는 것이 바람직한 일이다 本試驗에서는 210mm camera에 依한 寫眞과 比較하지는 못하였다.

材積推定에 있어서는 針葉樹林과 潤葉樹林에 있어서는 比較的 對照가 良好하였지만 混淆林에 있어서는 알맞는 Stereogram이 없었기 때문에 針, 潤別로 測定하여 混淆率을 計算하여 各己 Stereogram에서 計算에 依하여 求한 後 그 값을 合算하여 使用하였다.

材積推定에 있어서는 航空寫眞測量을 專攻한 技術者가 直接 담당하였으므로 測定에 對한 過誤는 없는 것으로 看做하였다.

表에서 1. 2. 3은 徑級

I. II. III. IV은 齡級

' ' ' '은 疎密度를 나타낸다

即 C₁-II'란 針葉樹林 小徑木 II 令級에서 密度가 疎임을 나타낸다.

表 1. 林相別蓄積

Table 1. Volumes in forest types.

Forest type	No. of plot	Total volume	Volume per plot
C ₁ -II'	23	425.99	18.52
C ₁ -II''	177	4735.04	26.75
C ₁ -II'''	60	2750.07	45.83
C ₁ -III''	1	56.48	56.48
C ₁ -III'''	10	553.13	55.31
C ₂ -III'''	1	140.48	140.48
C ₂ -IV''	1	63.20	63.20
C ₂ -IV'''	6	515.36	85.89
C ₂ -V''	2	60.80	30.40
C ₂ -VI''	1	92.19	92.19
C ₃ -VI'''	3	478.10	159.37
M ₁ -II'	19	268.15	14.11
M ₁ -II''	241	5547.32	23.02
M ₁ -II'''	83	2217.37	26.71
M ₁ -III''	8	227.75	28.47
M ₁ -III'''	62	2145.90	34.61
M ₂ -III'''	8	439.39	54.92
M ₂ -IV''	1	114.77	114.77
M ₂ -IV'''	36	2517.85	69.94
M ₂ -V'''	1	56.22	56.22
M ₃ -V'''	3	243.28	81.09
M ₃ -VI'''	2	139.16	69.58
PC ₁ -II''	12	316.01	26.33
PC ₁ -II'''	6	338.54	56.42
H ₁ -II'	3	33.47	11.16
H ₁ -II''	13	236.30	18.18
H ₁ -II'''	10	217.63	21.76
H ₁ -III''	1	8.40	8.40
H ₁ -III'''	7	255.58	36.51
H ₂ -IV'''	18	835.15	46.40
H ₂ -V'''	1	92.04	92.14

航空寫眞을 利用하여 山林蓄積을 調查하는 方法은 3가지가 있는데 則 地上法, 寫眞法, 地上併用法이 있는

表 2. 推定値와 實測値의 比較

Table 2. The relationship between estimated value and true value in volume.

Plot no.	Forest type	Estimated value (X_i)	True value (Y_i)
1	C ₁ -Ⅱ'''	5.07	3.36
2	C ₁ -Ⅱ'''	8.86	6.38
3	C ₁ -Ⅱ''	9.12	8.22
4	C ₁ -Ⅱ''	9.12	10.92
5	M ₁ -Ⅲ''	12.57	8.31
6	M ₁ -Ⅱ''	15.22	12.87
7	M ₁ -Ⅱ''	19.12	10.75
8	M ₁ -Ⅱ''	19.36	10.51
9	M ₁ -Ⅱ''	19.36	13.83
10	M ₁ -Ⅱ'''	19.36	14.72
11	C ₁ -Ⅱ''	20.30	14.35
12	M ₁ -Ⅱ''	20.30	22.93
13	C ₁ -Ⅱ''	21.29	19.81
14	H ₁ -Ⅱ''	21.48	23.93
15	M ₁ -Ⅴ''	23.79	16.62
16	M ₁ -Ⅱ''	24.58	19.45
17	C ₁ -Ⅱ''	25.21	18.00
18	M ₁ -Ⅱ''	26.93	19.27
19	M ₁ -Ⅱ'''	30.68	31.54
20	M ₁ -Ⅱ''	33.58	27.56
21	M ₁ -Ⅱ''	33.63	31.24
22	M ₁ -Ⅱ''	35.23	28.12
23	M ₁ -Ⅱ'''	35.75	31.09
24	C ₁ -Ⅱ'''	35.82	29.87
25	M ₁ -Ⅱ'''	38.38	34.21
26	M ₁ -Ⅲ'''	42.24	34.47
27	M ₁ -Ⅲ'''	44.50	49.35
28	M ₁ -Ⅱ''	47.46	55.69
29	M ₁ -Ⅱ'''	49.74	40.81
30	M ₁ -Ⅲ'''	54.92	71.84
31	M ₂ -Ⅳ'''	63.57	69.71
32	M ₁ -Ⅱ''	70.41	83.31
33	M ₁ -Ⅲ'''	79.19	77.90
34	M ₂ -Ⅳ'''	82.83	77.26
35	C ₁ -Ⅱ''	91.72	80.74
36	M ₂ -Ⅳ'''	103.79	135.21
37	M ₂ -Ⅳ''	114.77	125.71
38	C ₂ -Ⅲ'''	140.48	166.62
계		1549.73	1536.48

하는 方法이다. 寫眞法에서는 精度를 豫測하지 못하기 때문에 精度를 높이기 爲하여 地上併用法을 使用한다.

여기서는 寫眞에서 直接 寫眞材積表를 利用하여 林分材積을 推定할때 그 精度를 測定하는 것이 目的이기 때문에 위에서 얻어진 값을 地上併用法인 경우라든가 實測結果와를 比較하면 된다. 따라서 精度를 測定키 爲하여 820個 plot中에서 任意抽出法에 依하여 38個 plot를 抽出하여 現地調査하였는데 이때는 費用이라든가 時間等を 考慮하여 標本點의 크기를 決定 推出해야 되겠지만 大體的으로 5% 程度 2重抽出하고 있기 때문에 여기서도 5% 程度에 該當하는 38個 plot를 抽出하였다. 抽出된 plot에 對하여 現地測定하였는데 그 값과 推定値와를 比較하면 表2와 같다. 表2는 抽出된 林相別에 對한 推定値(X_i)와 實測値(Y_i)의 比較이다.

表2에서 얻어진 값을 서로 比較하기 爲하여 Graph를 그리면 그림 1과 같다.

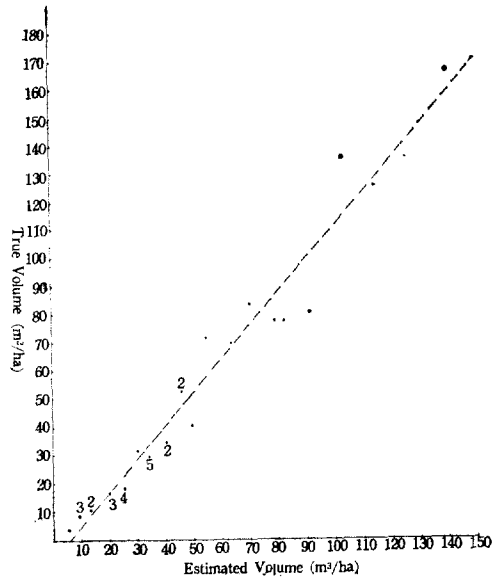


Fig. The relationship between true volume and estimated volume.

그림 1에서 보는 바와 같이 推定値와 實測値間에는 直線의 回歸關係가 成立됨을 알 수 있다. 따라서 直線式을 誘導하기 爲하여 表2를 利用하여 統計量을 求하면 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \sum X_i &= 1549,7300 & \sum Y_i &= 1536,4800 \\ \sum X_i^2 &= 100,592.3876 & \sum Y_i^2 &= 116,211.5938 \\ \sum X_i Y_i &= 106,838.4069 & \bar{X} &= 40.7821 \\ \bar{Y} &= 40.4342 \end{aligned}$$

데 地上法은 林相區分을 寫眞上에서 하고 調査는 現地에 依存하는 方法이고 寫眞法은 寫眞上에서 直接 推定

따라서

$$S_x^2 = 37391.5435$$

$$S_y^2 = 54084.4293$$

$$S_{xy} = 44176.7022$$

따라서

$$b = 1.1815$$

$b = 1.1815$ 는 $b = 1$ 과 恰似하므로 推定値와 實測値間의 差의 有意差를 檢定하였으나 $d = 0.3479$ 로서 95% 信賴度에서 有意差가 認定되지 않았다. 그러나 大體의 으로 推定値가 實測値에 比하여 過大評價되었음을 알 수 있다.

따라서 推定値의 總平均 \bar{Y}_{ex} 를 求하면

$$\bar{Y}_{ex} = \bar{Y}_i + b(\bar{X}_i - \bar{X})$$

$$= 40.4342 + 1.1815(31.8550 - 40.7821)$$

$$= 29.8868 \text{이다.}$$

이제 表2를 利用하여 各層別로 材積差를 比較하여 보면 針葉樹林에 있어서는 값에 差異는 있으나 大體의 으로 過大評價되었고 混淆林에서는 密한 林分에서 도리어 過小評價되었는데 大體의 으로 材積이 많은 林分에서는 過小評價를 材積이 적은 林分에서는 過大評價를 하는 傾向으로 나타났음은 注目할 만한 일이다.

따라서 앞으로 이와같은 傾向을 是正한다면 좋은 結果를 가져올 것으로 생각된다.

本試驗結果로서 推定値와 實測値間에 有意差가 나타나지 않았으므로 推定値를 갖고 이 地域의 蓄積을 推定할 수 있다고 하겠다. 이제 報恩郡의 各 林相別蓄積을 求해 보면 表3과 같다. 即 表1을 利用하여 樹種別 徑級別 平均材積을 구하면 表3과 같다.

表 3. plot 當平均材積

針葉樹林	
小徑木林	31.7482m ³
中徑木林	79.2755m ³
大徑木林	159.367m ³
平均	34.7372
闊葉樹林	
小徑木林	22.0994m ³
中徑木林	48.8047m ³
平均	81.6730
混淆林	
小徑木林	25.1973m ³
中徑木林	68.0050m ³
大徑木林	76.488m ³
平均	29.9939

表3에서 보는 바와 같이 針葉樹林은 平均的으로 ha 當 34.7372m³인데 闊葉樹林은 31.6730m³ 混淆林은 29.0030m³의 材積을 나타내고 있다. 이것은 plot當 加重平均이지만 占有面積을 考慮하여 各 林相別蓄積을 求하면 表4와 같다.

표 4. 林相別蓄積

	面 積	總面積
針葉樹林	18,079	221,639.2695
稚樹林	11,749	0
小徑木林	5,955	189,028.3740
中徑木林	341	27,032.9455
大徑木林	35	5,577.9500
闊葉樹林	900	21,075.6990
稚樹林	101	
小徑木林	671	14,828.6974
中徑木林	128	6,247.0016
大徑木林		
混淆林	20,091	365,210.6176
稚樹林	7,735	
小徑木林	11,152	281,000.2896
中徑木林	928	63,108.6400
大徑木林	276	21,110.6880

表4에서 보면 ha當 蓄積은 針葉樹林에서는 12.2595m³이고 闊葉樹林에서는 23.4174m³ 混淆林은 18.1783m³이다. 따라서 立木地에 對한 平均蓄積은 15.5601m³이며 無立木地를 合한 總林野面積에 對한 平均蓄積은 14.4437m³이다. 이것을 山林資源調查研究所發表와 比較하면 表5 및 表6와 같다. 即 總蓄積에서 보면 立木地에서 ha當 0.1793m³의 過大値 및 總平均에서 0.1665m³의 過大値로 評價되어 結果的으로 約 7006m³의 過大値를 보이고 있으나 이것을 樹種別로 보면 針葉樹林에서는 1.8804m³의 過小値이고 闊葉樹林에서는 0.6952m³의 過大値, 混淆林에서는 約 2m³의 過大値를 보이고 있다. 即 總蓄積으로 봐서 推定値는 研究所 調査値와 比較해서 1.16%의 過大値를 提示하고 있어 값에 큰 差異가 없다고 하겠다.

表 5. 總蓄積의 比較

	推 定 値	研 究 所	差
立木地	15.5601	15.3808	0.1793
全林平均	14.4437	14.2772	0.1665
總蓄積	607,935	600,928	7006

表 6. 樹種別比較值

	推定值	研究所	差
針葉樹林			
總平均	12.2595	14.1399	-1.8804
平均(稚樹林除外)	35.0086	40.3785	-5.3699
闊葉樹林			
總平均	23.4174	22.7222	0.6952
平均(稚樹林除外)	26.3776	25.5945	0.7831
混交林			
總平均	18.1783	16.1685	2.0098
平均(稚樹林除外)	29.5581	26.2902	3.2679

結 論

航空寫眞을 蓄積調査에 利用함에 있어서 林相區分에 따른 林相別面積을 點格子法에 依하여 求하더라도 精度에 크게 影響하지 않는다.

38個 plot에 對한 寫眞材積表에 依한 推定值와 實測值 間에는 95%信賴度에서 有意差가 認定되지 않았으므로 山林資源調査研究所에서 製作 使用하고 있는 判讀基準 card는 그대로 使用하여도 無妨하며 寫眞材積表使用에 熟達만 하면 좋은 結果를 얻을 수 있다고 하였다.

樹高測定에 있어서는 152mm Camera에 依한 寫眞에서 보다는 210mm Camera에 依한 寫眞이 良好하리라 생각된다. 卽 152mm Camera에 依할 때는 頂部가 흐려서 闊葉樹인 경우 測定이 困難하였다.

林分材積이 적은 林地에서는 過大評價를 林分材積이 많은 林地에서는 過小評價되는 傾向이 있으므로 많은 訓練이 있어야 할 것으로 생각되며 또 Stereogram 製作에 있어서도 이와같은 點을 留意해야 할 것으로 믿어진다.

摘 要

航空寫眞을 利用한 資源調査法에는 地上法 航空寫眞法 및 地上併用法이 있는데 本試驗에서는 地上併用法을 適用할때 그 精度를 檢定한 것이다.

忠北 報恩郡을 對象으로 林相區分한 후 面積을 點格子法에 依하여 確定시켰으며 林相圖에서 820個의 Sample plot를 系統的 抽出法에 依하여 抽出한 후 航空寫眞에서 樹高 樹冠密度 樹冠直徑 등을 測定하여 Stereogram과 對照 比較하여 ha當 材積을 推定하였고 820個의 約 4.5%에 該當하는 38個 plot를 Double Sampling에 依하여 抽出한 후 現地 測定하여 分析한 結果를 要約하면

다음과 같다.

1. 點格子法에 依한 面積測定值와 行政統計值와의 사이에 有意差가 없었다.
2. 推定值와 實測值 間에 有意差가 없었으며 係數 b 의 값은 1.18이었다.
3. 針葉樹의 樹高測定은 比較的 容易하였으나 闊葉樹인 경우는 頂部가 흐려져 測定이 比較的 困難하였다.
4. 材積이 적은 林分에서는 過大評價를 材積이 많은 林分에서는 過小評價되는 傾向이 있었다.
5. 地上併用法을 適用時는 熟達된 技術者에 依하여 推進되어야 하겠으며 寫眞材積表 調製가 먼저 이루어져야 하겠다.

參 考 文 獻

- 1) Bernstein, D.A.: 1974. Are reforestation surveys with aerial photographs practical. Photo-Eng.: 40 (1): 69-73.
- 2) Bonnor, G.M.: 1966. Provisional aerial stand volume tables for selected forest types in Canada. For Branch Dept. Pub. No. 1175. 24 pp.
- 3) Duffy, P.J.B.: 1963. Estimation of stand volume from airphotos. Interdepartmental Committee on Air Surveys. Ottawa. 27-35.
- 4) Ferree, M.J.: 1953. A method of estimating timber volumes from aerial photographs. Sta. Univ. of New York, College of For. at Syracuse. 28pp.
- 5) Fontaine R.G. and el all.: 1973. Manual of forest inventory with special reference to mixed tropical forests. F.A.O. the United Nations. 200pp.
- 6) Husch, B.: 1963. Forest mensuration and statistics. The Ronald Press Co. 474pp.
- 7) Husch, B.: 1971. Planning forest inventory. FAO Forestry and Forest Products Studies. 17:1-120.
- 8) 石田正次: 1964. Sampling의 考へ方. 林業技術. 日本. 264:14-6, 265:11-3, 266:10-2, 267:16-8, 286:17-9, 269:15-8, 271:9-21, 272:19-21, 273:20-2, 274:40-2.
- 9) Kinashi, K., M. Nishizawa, and T. Kitagawa.: 1962. New development of sampling designs in forest inventories. Bull. of the Kyuehu Univ. For. 35:1-84.
- 10) Kim, K.D.: 1966. A study on the forest inventory work. Jour of the Korean For. Soc., 5:10-15.
- 11) Kim, K.D.: 1971. Study of the tone variation on

- Juniperus chinensis L. and Populus glandulosa Uyeki by Photographs. Jour of the Korean For. Soc. 13:1-24.
- 12) Kim, K.D.: 1973. On the study of forest sampling method in natural deciduous forests. Jour. of the Korean For. Soc. 17:1-8.
- 13) Kobayashi, S.: 1970. Accuracy analysis of forest-type classification and estimation of growing stock by aerial photo interpretation. Jour. of the Japan Soc. of Photogrammetry. 9(2):17-22.
- 14) Laboratory of Forest Survey and Mensuration: 1964. Sampling survey results in the Amagi National Forest in 1961. Bull. of the Govern. For. Exp. Sta., 169:1-90.
- 15) Loetsch, F., F. Zührer, and K.E. Haller: 1973. Forest Inventory Vol. 2. BLV Verlagsgesellschaft München, West Germany. 460pp.
- 16) Moessner, K.E. and C.E. Jensen: 1951. Timber cruising on aerial photos. Central States For. Exp. Sta. Tech. Paper 126.
- 17) Nakajima, I.: 1961. Forest type-mapping in combination with a forest sampling project. Bull. of the Govern. For. Exp. Sta. 129:161-176.
- 18) Nakajima, I.: 1963. 森林判讀の實際. 森林航測. 日本 37:10-13.
- 19) Nakajima, I.: 1965. 航空寫眞に依る森林のしらべ方. 日本林業科學技術振興所 50pp.
- 20) Nakajima, I.: 1970. Numerical analyzation by air-photos for forestry purpose. Jour. of the Japan Soc. of Photogrammetry 9(2):3-11.
- 21) Nakajima, I.: 1973. Research on the application of the aerial photographs for forest survey. Bull. of the Govern. For. Exp. Sta. 251:1-250.
- 22) Nakajima, I. and et all. :1962. Forest type mapping and volume estimation on a Natural Forest in Japan (1). Bull. of the Govern. For. Exp. Sta. 146:33-82.
- 23) Nakajima, I. and et all.: 1970. Research for natural forest inventory in Tomuraushi, Hokkaido. Bull. of the Govern. For. Exp. Sta. 227.1-238.
- 24) Nakayama, H.: 1958. A study on forest survey from aerial photographs. Bull. of the Nagoya Univ. For. 1:1-63.
- 25) Nakajima, I. 1960. 森林資源の測定に對する航空寫眞調査と地上調査の併用法. 森林航測 18:7-9.
- 26) 西澤正久: 1959. 森林測定法. 地球出版. 300pp.
- 27) 大原克準: 1963. 空中寫眞を利用した新しい森林調査法のねらい. 林業技術. 258:27-8.
- 28) Otomo, E. and et all: 1959. Research on the method of forest inventory (1). Bull. of the Govern. For. Exp. Sta. 114:1-32.
- 29) 山林資源調査研究所: 1973. 1972年度森林實態調査事業報告書 50pp.
- 30) Seely, H.E.: 1961. Some investigation of forest sampling methods. For. Research Branch Tech. Note. Canada. 111:1-17.