

富有ガキの果実数による作柄の早期予想について

誌名	農林統計研究
ISSN	09161538
著者	林, 洋二
巻/号	17号
掲載ページ	p. 45-48
発行年月	1971年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



富有ガキの果実数による 作柄の早期予想について

林 洋 二

1. は し が き

作柄の予想は作物統計調査として欠くことの出来ない重要な調査である、ここでは富有ガキの作柄の早期予想の問題をとり上げた。果樹類においてある地域内の収量の推定はその樹間、園間の収量変動が著しく大きいため、多くの標本数を必要とするので現在の体制下では標本調査法による絶体量のは握は不可能に近いと考えられる。

そこで前年対比の指数変動をベースとした統計的方法で予想するならば標本数は著しく少なくなり、なおかつ精度の目安まで立てることができる。本方法によれば現在実施している基準筆等を利用することにより作況予測が統計的に推定しうることになる。

果樹の収量は果実数と1果実に分けられ、収量の大半は果実数の多少により定まり、1果実の影響は少ないと考えられる。

そこで果実数が確定する時期になれば、その年の作柄を比の分散方式により従来よりはるかに簡単に推定できる。

富有ガキではこの時期は8月下旬である。したがって9月1日の予想収穫高報告に活用が可能となる。なお1果実の年間変動の予測が可能となれば、これらの精度はさらに高いものとなる。

なお、ここで述べる方法は指数対比を目的としたあらゆる調査方法に利用できる方法であり活用の場は極めて広いと考えられる。

この報告にあたりご指導くださった農林省統計調査部の紫村数理統計官、作物統計課菅原課長補佐に深謝する。

2. 調 査 方 法

富有ガキの主産地における4園について1園当たり6~10樹を標本樹として、果実数を同一樹で2か年間継続調査し、これによって果実数の年次対比指数の実績精度ならびに目標精度に必要な標本数を検討した。ただし、ここでは便宜上1園当りの標本樹数をそろえるため、各園から無作為に5樹を抽出して検討した。

計算例を示したので数式の記号はなるだけ簡略化したが、精細については専門書⁽¹⁾⁽²⁾を参照されたい。なお、ここで述べる方法は同一標本を継続調査した、いわゆる対応のある標本調査に適用できる方法である。

3. 調 査 結 果

まず、調査結果を次のように整理、計算し、次いで年次対比の比の分散を推計し、最後に比の変

動係数を求める。この変動係数が、今回の調査における実績精度となる。

整理表 1 樹当たり果実数

1968年=Y, 1969年=X

園(m)		A		B		C		D		合計	
		Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X
樹 (n)	1	147	207	236	364	135	403	187	199	705	1,173
	2	78	114	197	264	216	144	270	120	761	642
	3	267	333	250	302	194	216	284	146	995	997
	4	151	124	305	190	141	117	137	292	734	723
	5	100	228	193	147	168	312	458	288	919	975
合計		734	1,006	1,181	1,267	854	1,192	1,336	1,045	4,114	4,510
平均		148.6	201.2	236.2	253.4	170.8	238.4	267.2	209.0	822.8	902.0

$$\bar{y} = 822.8/4 = 205.7$$

$$\hat{R} = \frac{902.0}{822.8} = 1.09626$$

$$\bar{x} = 902.0/4 = 225.5$$

園(m)	A	B	C	D	合計
① \bar{X}	201.2	253.4	238.4	209.0	—
② $\hat{R} \cdot \bar{Y}$	162.9	258.9	187.2	292.9	—
③ $\bar{X} - \hat{R} \cdot \bar{Y}$ ①-②	38.3	—	51.2	—	83.9
④ $(\bar{X} - \hat{R} \cdot \bar{Y})^2$ ③ ²	1,466.89	30.25	2,621.44	7,039.21	11,157.79

$$\sum(\bar{X} - \hat{R} \cdot \bar{Y})^2 / m - 1 = 11,157.79 / 4 - 1 = 3,719.26$$

比の分散の推計式

$$\hat{V}(\hat{R}) = \frac{1}{m} \left\{ \frac{\sum(\bar{X} - \hat{R} \cdot \bar{Y})^2}{m-1} \right\} \frac{1}{\bar{y}^2} = \frac{3719.26}{4} \times \frac{1}{205.7^2} = 0.02197$$

比の変動係数

$$C.V(\hat{R}) = \frac{\sqrt{\hat{V}(\hat{R})}}{\hat{R}} = \frac{\sqrt{0.02197}}{1.09626} = 0.1325 \rightarrow 13.5\%$$

すなわち、今回の調査設計による4園の1園当たり5樹の標本調査では、年次対比の比の変動は13.5%と推定され、これだけ大きな変動があれば68年と69年に果実数の差があるかどうかを判定することはとうてい困難であり、比の1.096はあてにならない。これは標本が少ないためであり、さらに多くの標本をとって調査する必要がある。では1園当たりの標本樹は今回と同じ5樹として、比の目標精度を5%におさえるためには何園の調査園が必要であるかを計算すると次のとおりである。

目標精度P=5%, 必要な標本園数=mとして

$$m = \frac{1}{P^2} \left\{ \frac{\sum(\bar{X} - \hat{R} \cdot \bar{Y})^2}{m-1} \right\} \frac{1}{\bar{x}^2} = \frac{1}{0.05^2} \times 3719.26 \times \frac{1}{225.5^2} = 29.3 \rightarrow 30園$$

すなわち、約30園の調査が必要となるが、これは前記のとおり1園当たりの標本樹を5樹とした調査であり、この標本樹をさらに多くとったら何園が必要であろうか。こうした問題は園と園内の樹を抽出する2段階抽出法となるので、目標精度は標本園数と1園当たりの標本樹数によって考えなければならない。そこで、次は2段階抽出法に必要な比の園間分散(σ_b^2)と園内分散=樹間分散(σ_w^2)を次のようにして推計する。

比の園間分散，園内分散の推計

$$2\hat{R} = 1.09626 \times 2 = 2.19252, \quad \hat{R}^2 = 1.09626^2 = 1.20178$$

園 (m)	A	B	C	D
樹 (n)	5	5	5	5
① $\sum X^2$	234,094.0	351,105.0	340,834.0	243,525.0
② $(\sum X)^2/n$	202,407.2	321,057.8	284,172.8	218,405.0
③ ①-②	31,686.8	30,047.2	56,661.2	25,120.0
④ ③/n-1= σx^2	7,921.7	7,511.8	14,165.3	6,280.0
⑤ $\sum Y^2$	131,783.0	287,279.0	150,622.0	417,058.0
⑥ $(\sum Y)^2/n$	110,409.8	278,952.2	145,863.2	356,979.2
⑦ ⑤-⑥	21,373.2	8,326.8	4,758.8	60,078.8
⑧ ⑦/n-1= σy^2	5,343.3	2,081.7	1,189.7	15,019.7
⑨ $\sum X \cdot Y$	169,756.0	299,733.0	196,326.0	282,958.0
⑩ $(\sum X)(\sum Y)/n$	149,491.6	299,265.4	203,593.6	279,224.0
⑪ ⑨-⑩	20,264.4	467.6	-7,267.6	3,734.0
⑫ ⑪/n-1= $\rho\sigma x\sigma y$	5,066.1	116.9	-1,816.9	933.5
⑬ σx^2	7,921.7	7,511.8	14,165.3	6,280.0
⑭ ⑫ × 2.19252	11,107.5	256.3	-3,983.6	2,046.7
⑮ ⑧ × 1.20178	6,421.5	2,501.7	1,429.8	18,050.4
⑯ ⑬-⑭+⑮	3,235.7	9,757.2	19,578.7	22,283.7

$$3,235.7 + 9,757.2 + 19,578.7 + 22,283.7 = 54,855.3$$

$$54,855.3/4 - 1 = 18,285.1$$

$$\sigma_w^2 \doteq \frac{\sum(\sigma x^2 - 2\hat{R}\rho\sigma x\sigma y + \hat{R}^2\sigma y^2)}{m-1} \cdot \frac{1}{y^2} = \frac{18,285.1}{205.7^2} = 0.43214$$

$$\sigma_b^2 \doteq \left\{ \frac{\sum(\bar{X} - \hat{R}\bar{Y})^2}{m-1} \cdot \frac{1}{y^2} \right\} - \frac{1}{n} \cdot \sigma_w^2$$

$$= 3,719.26 \times \frac{1}{205.7^2} - \frac{1}{5} \times 0.43214 = 0.00147$$

すなわち，園間分散 (σ_b^2) = 0.00147

園内 " (σ_w^2) = 0.43214

となる。こうした分散で2段抽出した場合の比の分散，ならびに変動係数は

標本園数 = m, 園内の標本樹数 = n として

$$V_T(\hat{R}) \doteq \frac{\sigma_b^2}{m} + \frac{\sigma_w^2}{m \cdot n}, \quad C \cdot V(\hat{R}) = \frac{\sqrt{\hat{V}_T(\hat{R})}}{\hat{R}}$$

で求められる。したがって，ここでは

$$C \cdot V(\hat{R}) \doteq \frac{\sqrt{\frac{0.00147}{m} + \frac{0.43214}{m \cdot n}}}{1.09626}$$

となる。このようにして，標本園数と1園当りの標本樹数の組み合わせによる比の目標精度を変動係数 = $C \cdot V(\hat{R})$ で示したのが第1表である。

これによると目標精度を5%とするには50園の3樹，30園の5樹，20園の7樹，10園の15樹の設計が考えられる。ところで，実際の調査にあたっては，園から園へ調査のため移動するのに多大の時間を要するので，園数を多くとる方法は調査の能率がわるくなる。また，1園当りの樹数は1日

の調査労力の配分を考えてきめなければならない。そこで標本園へ行くまでの時間と1樹当り果実数の調査時間とを考え合せて、当地では1日に2園調査として、2人1組ならば1園当り7樹、1人ならば5樹を調査する設計が適切ではなかろうかと考えられる。こうした設計で目標精度を5%とするには第1表のごとく30園の1園当り5樹、20園の1園当り7樹の設計となり、これには全体で15~20人の調査労力が必要となる。

第1表

標本園数 (<i>m</i>)	1園の標本樹数(<i>n</i>)					
	3	5	7	10	15	20
10園	13.3%	8.6%	7.3%	6.1%	5.0%	4.3%
20	7.8	6.0	5.1	4.3	3.5	3.1
30	6.4	4.9	4.2	3.5	2.9	2.5
40	5.5	4.2	3.6	3.0	2.5	2.2
50	4.9	3.8	3.2	2.7	2.2	1.9

4. ま と め

富有ガキについて同一樹を継続調査する方法で、果実数の年次対比によって作柄を早期に予想する方法を計算例をまじえて検討した。これには、まず標本園を抽出し、次いで標本園内で標本樹を抽出する2段抽出法をとり、年次対比の比の園間分散、園内分散を求め、標本園数と1園当りの標本樹数の組み合わせによる目標精度を示した。

この方法は、種々な調査結果について年次比較をした場合の実績精度、ならびに最初から年次比較を設計にとり入れる場合の目標精度などを検討するのに広く活用できる方法であり、今回の富有ガキの調査はその一例にすぎない。調査労力の節減にあたり、やたらに標本論にこだわることも考えものであるが、そうかといって標本論を無視して調査規模を縮小するだけでは、ややもすると調査結果に大きな誤りを生じないともかぎらない。少ない労力でせつかく調査するのであれば、その調査を少しでも精度が高くなるような設計に持ちこむことが大切であろう。

参 考 文 献

- (1) 標本調査法：津村善郎
- (2) 標本調査の設計：斎藤金一郎，浅井晃

(奈良支部)