

果 樹 計 算 論

—その I : 樹体に関する期間決定問題—

亀 谷 昱

1 果樹計算論の問題

(1) 果樹作の経済的性格と経済計算方式

例えば「みかん樹の寿命は人間の寿命と同じである」といわれる。果樹作は一般に長期生産であるが、その経済計算を特質づける経済的性格をまず簡単に吟味しておこう。

- (i) 苗木時代を除き一般に樹体の売買取引が行なわれることはなく、そのため幼木、成木にかかわらず樹体の市価は成立していない。
- (ii) したがって、果樹作の生産行程は一般的に、①樹園地(付帯施設等を含む)の造成整備 ②苗木よりの樹体の育生 ③果実生産 という三大行程を連結し長期的に行なわれる。
- (iii) この長期的生産行程は樹園地造成および樹体育生という固定設備の創出段階と果実生産という一般的生産段階に二分することができ、そこに長期時間的に一貫した投入・産出に関する技術的条件が成立している。つまり、相対価格条件が一定なら、樹体育生、果実生産に関する費用と収益の時間的流れ(時系列)が成立する。しかも、費用流れが収益流れよりかなりの期間先行することを特色としている。

さて、上記のように特質づけられる果樹作の経済的性格がその経済計算上いかなる問題をもつのであろうか。その第一は農業会計理論の側からの問題である。従来、その中心問題は、「樹体の財産価値の決定および果樹作生産の期間損益計算」にとって必要不可欠な樹体の増殖・償却の評価決定問題であり、それが樹体育成期間の決定問題に集約されてきている。上記の(i)(ii)の性格がこれ等の客観的な把握方法を困難にし、今日に至るまで、これ等の把握方法について種々の論議をよんできている。これが農業会計論の側よりみた果樹計算論の必要不可欠な主要問題なのである。第二は、長期生産経済理論の側からの問題である。上記(iii)の性格から明らかのように果樹作生産に関する経済計算は基本的に長期間を対象とするものでなければならない。したがって、それは本質的に長期生産の経済計算の理論分野に属し、利子込み時間価値に関係する理論(利子公式)に基礎をおく。しかし、今日のところ、この側からの果樹計算論へのアプローチは極めて不十分であるように思われる。

以上のことから分るように、果樹計算論には二つの経済計算方式、つまり農業会計論的方式

と長期生産経済理論方式とがあり、その体系化には両面からの追求と両面の表裏一体的な接合が必要であると考えられる。しかし、今日のところ果樹計算方式の体系化は理論的にも実証的にも不十分であり、それが時によって実際の果樹計算上の困乱を引き起こしている。本稿および一連の続稿では上記のような理由から、果樹計算論の体系的確立に努力してみたいと思う。

(2) 本稿の問題

果樹計算論の問題領域は極めて広いが、まず本稿では、果樹計算方法上、基本的に重要と考えられる「樹体に関する期間決定問題」を取扱う。ここでいう期間とは樹体の育成期間、損益分岐期間、経済的植栽期間および経済的改植更新期間である。今まで、これ等各期間の決定問題は別々に不統一に、しかも不十分に取り扱われてきたきらいがあるが、これ等各期間は相互一連的に相関係するものであり、統一的に取り扱うことが必要かつ便利である。本稿では、これ等各期間の決定問題を統一的に検討、整理することをネライとしている。

2 樹体の期間決定に関する基礎理論

(1) 経営部門計算理論と樹体計算理論——計算主体としての樹体

長期生産理論の側からする果樹経済計算方式において、計算の対象となる計算主体単位は二大別される。それは第一に果樹作経営部門もしくは単位樹園地であり、第二に樹体である。両計算主体単位それぞれについて、費用と収益の内容が規定され、それに基づきそれぞれの経済計算体系を分析目的に対応して確立することができる。それぞれ経営部門計算理論、樹体計算理論とよんでおこう。しかし、ここで次のことを注意しておく必要がある。樹体計算理論は樹体を計算主体単位とみるにかかわらず、その費用と収益の内容からみると、上記の経営部門計算理論とは異なるが、一種の部門計算理論となることである。それ故、経営部門を計算主体単位とするものを第一の部門計算理論、樹体を計算主体単位とするものを第二の部門計算理論とよんでおこう。両計算理論はともに長期生産の経済計算の理論分野に属し、利子込み時間価値に関する理論を基礎とするが、その内容についてのくわしい比較検討は他稿にゆずる¹⁾。ただここでは樹体計算理論について一言しておこう。

さて、樹体を計算主体単位としてみることは樹体（資本）を一種の経営体として把握することにもなり、そしてそれにより費用、収益の内容が規定され、それを基に樹体の経営目標（例えば、樹体資本純収益の極大）に対応し、樹体計算理論つまり第二の部門計算理論が体系化される。この理論の一つの特色は第一の部門計算理論では困難な樹体の期間決定問題を有効に取り扱うことができる点にある。以下この理論にしたがい、本稿の課題「樹体の期間決定問題」を検討してみよう。

(2) 費用流列・収益流列およびその終価と現価

一つの経営体としての樹体に関する費用と収益は長期時間的に連続するものであり、それは

費用と収益の時間的流列として次のように示すことができる。(ただし、以下では長期にわたり相対価格条件および技術的条件は不変と前提する。なお、各流列は苗木新植年より始るものとし、一定樹体数当たりまたは一定樹園地面積当たりの各期末計上年当り価額で計られるものとする)

費用流列 $c_1, c_2, c_3, \dots, c_j, \dots, c_n$

ただし $c_j = l_j + m_j + k_j + d_j$

c_j : j 年の費用, l_j : j 年の労働費用, m_j : j 年の流動物財費用, k_j : j 年の資本利子費用 (地代を含む) … ただし樹体資本利子は含まず, d_j : j 年の固定財減価償却費 … ただし樹体の減価償却費は含まず

収益流列 $a_1, a_2, a_3, \dots, a_j, \dots, a_n$

ただし a_j : j 年の果実生産額

さて、費用流列および収益流列がそれぞれ時間経過的に相対応しながらどのように推移するかは果樹作生産の技術的条件によって規定される。すなわち、果樹の種類や栽培技術等の相違によって二流列の対応の型 Pattern は異なる。しかし、一般的には第1図に示すようになるだろう。費用流列は、まず幼木期において当初の苗木新植時の費用は大きく以後急減し、再び幼木の育成につれ漸増し、成木期に入るとほぼ一定的に推移し、そして老木期に入ると漸減する。これに対し、収益流列は、幼木期の当初はゼロであるがその終り頃よりプラスに転じ成木期にかけ漸増し、成木期に入るとほぼ一定的に推移し、老木期に入ると漸減する。

さらに、上記の二流列の差額としての第三の流列すなわち純費用流列もしくは純収益流列を考えることができ、次のように示される。

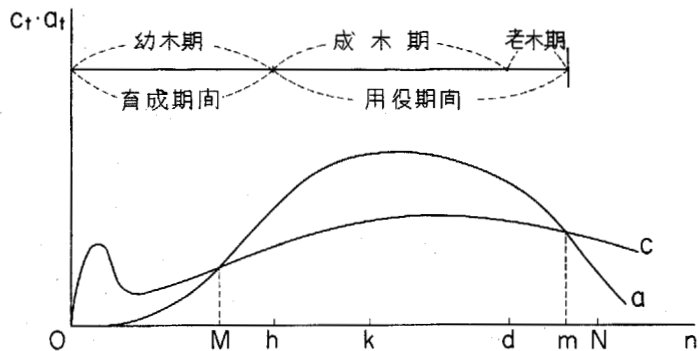
純費用流列 $v_1, v_2, v_3, \dots, v_j, \dots, v_n$

ただし $v_j = c_j - a_j$

純収益流列 $r_1, r_2, r_3, \dots, r_j, \dots, r_n$

ただし $r_j = a_j - c_j$

この定義から明らかのように純費用と純収益の正負関係は逆になるが、以下では純費用および純収益がそれぞれ正であるときを純費用、純収益とよぶことにする⁽²⁾。第1図から明らかのように、幼木期末頃まで費用が収益を上回るので純費用がプラス、成木期に近ず



第1図 費用流列・収益流列

h: 育成期間 k: 損益分岐期間 d: 経済的改植更新期間 m: 経済的植栽期間 M: 純費用流列現価極大期間 N: 純収益流列終価極大期間

くにつれ収益が費用を上回ることで純収益がプラス、以後、成木期および老木期の当初にかけこれが持続されるが、老木期の末期ではついに費用が収益を上回り純費用がプラスになることになる。このようにみえてくと費用流列は収益流列に時間的に先行するといえる。J.R. ヒックスは支出と収入に関する二つの時間的流列の対応に関し二つの型、すなわち貸手型計画 Planning to be a lender と借手型計画 Planning to be a borrower を提示したが、上記の果樹の場合は明らかに借手型計画にあたるのである⁽³⁾。

さて、費用・収益の流列を基に樹体の期間決定問題を検討することができるが、その前に、この検討に必要な準備計算作業として、各流列に関する時間価値としての終価と現価を表示しておこう。

いま計算利率 i が与えられると各流列の t 期末の終価（利子込み複利計算累計額）はそれぞれ次式で示され、いずれも t の関数である。

$$\text{費用流列の終価} \quad C_t = \sum_{j=1}^t c_j(1+i)^{t-j} = f(t) \quad (1)$$

$$\text{収益流列の終価} \quad A_t = \sum_{j=1}^t a_j(1+i)^{t-j} = g(t) \quad (2)$$

$$\text{純費用流列の終価} \quad V_t = \sum_{j=1}^t v_j(1+i)^{t-j} = C_t - A_t \quad (3)$$

$$\text{純収益流列の終価} \quad R_t = \sum_{j=1}^t r_j(1+i)^{t-j} = A_t - C_t \quad (4)$$

また、各流列の現価（割引現価累計額）は次式で示され、これらも t の関数である。

$$\text{費用流列の現価} \quad \bar{C}_t = \sum_{j=1}^t c_j(1+i)^{-j} = \varphi(t) \quad (5)$$

$$\text{収益流列の現価} \quad \bar{A}_t = \sum_{j=1}^t a_j(1+i)^{-j} = \psi(t) \quad (6)$$

$$\text{純費用流列の現価} \quad \bar{V}_t = \sum_{j=1}^t v_j(1+i)^{-j} = \bar{C}_t - \bar{A}_t \quad (7)$$

$$\text{純収益流列の現価} \quad \bar{R}_t = \sum_{j=1}^t r_j(1+i)^{-j} = \bar{A}_t - \bar{C}_t \quad (8)$$

費用流列と収益流列に関する終価と現価を第1図を基にして図示するとそれぞれ第2図、第3図の二つの曲線として示される。第2図の二曲線を終価曲線、第3図の二曲線を現価曲線とよぶことにする⁽⁴⁾。

以下、(1)~(8)式および第1~3図を用いて、樹体の各期間の決定方法を検討する。（ただし、各期間はすべて新植時点 $t = 0$ から計った期間数で示す）

(3) 期間の決定

(i) 育成期間

樹体の育成期間の定義は果樹計算論のなかでも最も困難な問題の一つである。これについて

は今までいくつかの提案がなされてきたが、その中で最も有力な定義は、「樹体の（総）育成純費用がゼロまたはマイナスになる年度から用役期に入るものとし、その前年度までを育成期間とする」という考え方である⁽⁹⁾。この定義を定式化することによって検討してみよう。

まずこの定義に従えば、育成期間中の樹体資本価値は費用価主義によって決定するものとし、 t 年度末の樹体資本価値は t 年度までの純費用の利子込み複利計算累計額（終価）つまり(3)式の V_t によって示される。これによりある特定の一年間の総育成純費用は当年の純費用と樹体資本利子の和として与えられる。したがって t 年度目および $(t+1)$ 年度目の各一年間の総育成純費用 S はそれぞれ

$$S_t = iV_{t-1} + c_t - a_t \quad (9)$$

$$S_{t+1} = iV_t + c_{t+1} - a_{t+1} \quad (10)$$

で示され、そして

$$S_t > 0 \geq S_{t+1} \quad (11)$$

すなわち $iV_{t-1} + c_t > a_t$, $iV_t + c_{t+1} \leq a_{t+1}$

なる条件を充たす t 年度までの期間を育成期間 h とし、 $(h+1)$ 年度以降の期間を用役期間として決定するのである。換言すれば、年間育成総費用を（副）生産物収入が償いえない期間を育成期間とするのである。

上記の表現はまったく同義であるが、次のようにより簡明化することができる。「育成純費用流列の終価 V_t つまり樹体育成価が極大になる期間を育成期間とする」なぜなら、(3)(9)(10)式より分るように

$$V_t = V_{t-1} + S_t , \quad V_{t+1} = V_t + S_{t+1}$$

であり、(11)式の条件より

$$V_{t-1} < V_t , \quad V_t \geq V_{t+1}$$

なる関係が得られ、この条件を満足する t 年度（つまり h 年度）において V_t が極大になることを意味するからである。したがって純費用流列の終価 V_t に関する(3)式

$$V_t = C_t - A_t = f(t) - g(t)$$

において、 V_t は t の関数であり、これを極大にする期間 t を求めれば、それが育成期間である。その極大条件は明らかに

$$\text{必要条件 } f'(t) = g'(t) \quad \text{十分条件 } f''(t) < g''(t)$$

である。なおこの育成期間は第1～3図の h 点で示される。図から明らかなように、第2図では両終価曲線の開差が極大になるところが h 点である⁽⁶⁾。

以上のことから、育成期間は純費用流列終価を極大にする期間であり、これは総育成純費用（樹体資本利子を含む）がプラスである期間、つまり樹体資本利子が純収益を上回っている期間とまったく同義であり、後者が前者の極大条件になっていることが知られる。このような育

成期間決定の定義は、育成中の樹体資本価値を費用価値主義で評価決定するという立場からみれば「樹体資本価値が極大になる期間を育成期間とする」という意味をもつことになり、育成期間と樹体資本価値の決定の対応が極大法則を軸として見事にとれる。したがって、この定義は理論的に至極妥当な方法であるといえよう⁽⁷⁾。

(ii) 損益分岐期間

「樹体に投下された費用流列の終価（利子込み複利計算累計額）が収益流列の終価によって完全に回収される期間を樹体に関する損益分岐期間とよぶ」ことにする。このことを定式化すると、

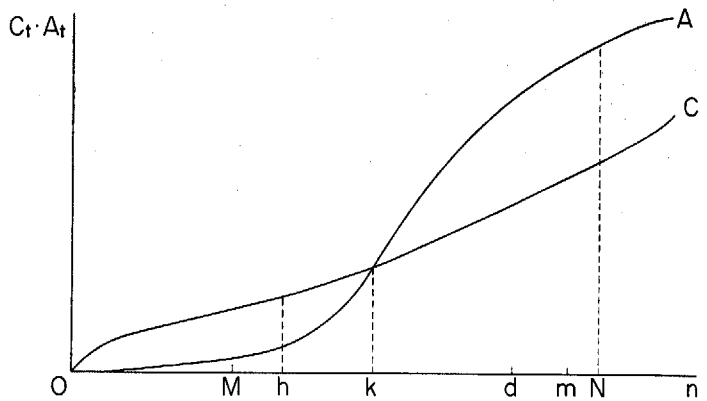
$$C_{t-1} > A_{t-1}, \quad C_t \leq A_t$$

あるいは $R_{t-1} < 0 \leq R_t$ すなわち $V_{t-1} > 0 \geq V_t$

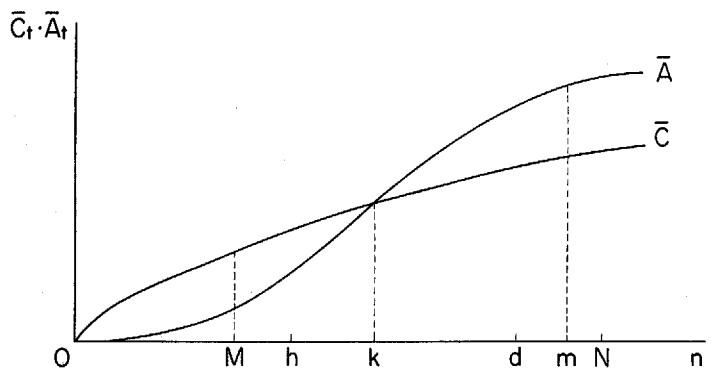
なる条件を充たす t 年度を損益分岐期間 k とするのである。つまり純収益流列の終価（または現価）がゼロまたはプラスになる最初の年度を損益分岐期間というのである。これを図示すると第 1～3 図の k 点で示される。図から明らかなように、この k 点は第 2 図では両終価曲線の交点、第 3 図では両現価曲線の交点のところにあたる。もちろん損益分岐期間は育成期間より長く k 点は h 点より右方にある。

(iii) 経済的植栽期間……樹体一代

「樹体から得られる収益が費用を上回っている期間までつまり純収益がプラスである期間までを樹体一代限りの経済的植栽期間とよぶ」ことにする。この定義を定式化することによって検討してみよう。上記の定義は収益と費用の関係が



第2図 費用流列・収益流列の終価



第3図 費用流列・収益流列の現価

h : 育成期間 k : 損益分岐期間 d : 経済的改植更新期間
 m : 経済的植栽期間 M : 純費用流列現価極大期間
 N : 純収益流列終価極大期間

$$a_t - c_t \geq 0 > a_{t+1} - c_{t+1} \quad \text{すなわち} \quad r_t \geq 0 > r_{t+1} \quad (12)$$

なる条件を充たす t 年度までの期間を経済的植栽期間 m として決定するのである。

上記の表現はまったく同義であるが次のように換言できる。「収益流列の現価 \bar{A}_t と費用流列の現価 \bar{C}_t の差額つまり純収益流列の現価 \bar{R}_t が極大になる期間を経済的植栽期間とする」なせなら、(8)式より分るように

$$\begin{aligned} \bar{R}_t &= \bar{R}_{t-1} + r_t(1+i)^{-t} \\ \bar{R}_{t+1} &= \bar{R}_t + r_{t+1}(1+i)^{-(t+1)} \end{aligned}$$

であり、(12)式の条件により

$$\bar{R}_{t-1} < \bar{R}_t, \quad \bar{R}_t \geq \bar{R}_{t+1}$$

なる関係が得られ、この条件を満足する t 年度（つまり m 年度）において \bar{R}_t が極大になるからである。したがって純収益流列の現価 \bar{R}_t に関する(8)式

$$\bar{R}_t = \bar{A}_t - \bar{C}_t = \psi(t) - \varphi(t)$$

において \bar{R}_t は t の関数であり、これを極大にする期間 t を求めれば、それが経済的植栽期間である。その極大条件は明らかに

$$\text{必要条件} \quad \psi'(t) = \varphi'(t) \quad \text{十分条件} \quad \psi''(t) < \varphi''(t)$$

である。なお、この経済的植栽期間は第 1～3 図の m 点で示される。図から明らかなようにこの m 点は第 3 図では両現価曲線の開差が極大になるところにあたる。もちろん経済的植栽期間は資本回収期間より長く m 点は k 点より右方にある⁽⁶⁾。

以上のことから経済的植栽期間は純収益流列現価を極大にする期間であり、これは純収益がプラスである期間とまったく同義であり、後者が前者の極大条件となっていることが知られる。しかもこのことは相対価格条件が一定なら経済的植栽期間はまったく技術的条件によって決定されることを意味する。このことから、それは計算利率水準 i の如何にかかわらず一定で、その変化の影響を受けないことが知られ重要な点として注意しておく必要がある。この点前述の育成期間や損益分岐期間および後述の経済的改植更新期間が利率の影響を受けるのと異なる。このように経済的植栽期間の決定の定義は育成期間のそれと同様、意味のちがいはあるにしろ極大法則に従うものであり、しかもそれが技術的に決定されるという性格を有しており、この決定方法は理論的に至極妥当な方法であるといえよう。

(iv) 経済的改植更新期間……樹体連続

経営体としての樹体が一代限りでなく、永続的組織体 Going concern として連続的に維持されるためには、樹体の生理的寿命に限界が厳存する限り改植更新される必要がある。この場合、経済的にみた改植更新の最適周期を経済的改植更新期間という。このことを定式化してみよう。

樹体が一定周期 t で改植更新を繰返し連続的に行うものとする、この連続的な樹体から得

られる純収益流列現価 \bar{G} は(8)式を基礎として

$$\bar{G} = \bar{R}_t \sum_{T=1}^{\infty} (1+i)^{-(t+T)} = \bar{R}_t \frac{(1+i)^t}{(1+i)^t - 1} \quad (13)$$

ただし T ; 連続的期間数

である。明らかに \bar{G} は t の関数であり、これを極大にする期間 t を求めればそれが経済的改植更新期間 d である。

計算の便宜上、上式の両辺に計算利率 i をかけると、

$$\bar{Z} = i\bar{G} = \bar{R}_t \frac{i(1+i)^t}{(1+i)^t - 1} = \bar{A}_t \frac{i(1+i)^t}{(1+i)^t - 1} - \bar{C}_t \frac{i(1+i)^t}{(1+i)^t - 1} = u(t) - v(t) \quad (14)$$

が得られる。 \bar{Z} は純収益流列現価 \bar{R}_t に資本回収係数 $i(1+i)^t / \{(1+i)^t - 1\}$ をかけたものであり、 \bar{R}_t に関する年平均額を示す。これは「現価係数の重みつき年平均純収益」ともいえる。

さて計算利率 i が一定なら、(13) 式の \bar{G} を極大にする期間を求めることは、結局(14)式の \bar{Z} を極大にする期間を求めることとまったく同義である。 \bar{Z} の極大条件は

$$\bar{Z}_{t-1} < \bar{Z}_t, \quad \bar{Z}_t > \bar{Z}_{t+1}$$

であり、このためには

$$\bar{Z}_{t-1} < a_t - c_t, \quad \bar{Z}_t > a_{t+1} - c_{t+1}$$

でなければならない⁽⁹⁾。すなわち純収益流列現価の年平均額が純収益を下回っている期間が経済的改植更新期間である。なお極大条件は(14)式より

$$\text{必要条件 } u'(t) = v'(t) \quad \text{十分条件 } u''(t) < v''(t)$$

で示すこともできる。

そして、この経済的改植更新期間は第1～3図の d 点で示される。図から明らかなように、経済的改植更新期間は損益分岐期間より長く、そして経済的植栽期間より短く、 d 点は k 点と m 点の中間にくるであろう⁽¹⁰⁾。

以上、樹体の各期間決定の問題を基礎理論的に検討してみたが、それはあくまで基礎であって検討すべき問題が理論的にも実際的にも数多く残されている。例えば、各期間の相互関係、各期間の変化、長期性と不確実性、危険性の問題等々である。これ等問題の検討は続稿にゆずることとしたい。

- 1) 両計算理論の基本的相違は費用流列の内容の規定の仕方の相違にある。
- 2) この純費用、純収益は樹体資本に関するものとみてよい。……後述の(総)育成純費用との混同に注意(注5を参照)
- 3) Hicks, J.R. 著, 安井・熊谷訳『価値と資本』岩波書店, II・第18章 参照
- 4) 終価や現価の計算の場合、よく微積分計算の便宜上 $(1+i)^j = e^{ij}$ なる関係を利用するが、(1)～(8)式にもこの関係を代入することができる。しかし、 j が大きい場合にはその近似式は成立しがたく無意味

化する点は注意しておく必要がある。したがって、本稿ではこの近似式を使用することをきけた。

- 5) 大槻正男著『改訂農業簿記』富民協会 48～50頁、『体系農業百科事典』農政調査委員会 303頁 等を参照。

この定義にある育成純費用は樹資本体利子を含むので、筆者の純費用概念と相違する。前者はここでは区別して(総)育成純費用とよぶことにする。

- 6) なお、第1図および第3図に示されるように、このh点は純費用現価 \bar{V} の極大期間(純費用がプラスである期間)M点より大きく、その右方にくるであろう。一般に、純費用流列の現価の極大期間はその終価の極大期間より小さく、したがって、それは育成期間を示すものでなく、ここでは無意味な概念であることを確認しておきたい。
- 7) 育成期間の定義については諸説がある。例えば、菊地泰次教授は樹体資本純収益(筆者の純収益概念にあたる)が発生する前年度までを育成期間とする方法を提示されている。諸説については例えば多門院和夫著『果樹園造成投資の経済効果』京大農学部農業簿記研究施設、1963年、11～12頁を参照。
- 8) なお、第2図に示されるように、このm点は純収益流列終価 R_t の極大期間N点より小さく、その左方にくるであろう。一般に純収益流列の終価の極大期間はその現価の極大期間より大きく、したがって、それは経済的植栽期間を示すものでなく、ここでは無意味な概念であることを確認しておきたい。
- 9) このことは次のようにして証明できる。

(14)式より

$$\bar{Z}_t - \bar{Z}_{t-1} = (r_t - \bar{Z}_{t-1}) \frac{i}{(1+i)^t - 1} \quad \text{なる関係が得られ}$$

$$\bar{Z}_t - \bar{Z}_{t-1} > 0 \quad \text{なるためには} \quad r_t = a_t - c_t > \bar{Z}_{t-1}$$

同様にして

$$\bar{Z}_t - \bar{Z}_{t+1} > 0 \quad \text{なるためには} \quad r_{t+1} = a_{t+1} - c_{t+1} < \bar{Z}_t$$

でなければならない。

- 10) 経済的改植更新期間の問題については次のものが参考になるが、その検討比較は他稿にゆずる。

多門院和夫著『前掲書』

『柑橘園の機械化を前提とした農業構造改善事業計画の進め方』愛媛県農林水産部 昭和40年2月

『果樹園開園と育成の経済性』農林中央金庫果樹融資関係資料第16号 昭和41年5月 158～160頁