

# 作業能率を考慮した経済的な棚の設置について

— 鉢花と花苗の生産について —

丸山 義博

(短期大学部一般教育)

## 1. はじめに

温室内で年末に出荷するシクラメンと春に出荷する鉢花および花壇用花苗（花苗）を生産の3つの柱として生計を立てている県内のある鉢花生産者（昭和47年に鉢花生産を開始）を研究のモデルとする。ここでは春にミニカーネーション、ベルフラワー（和名オトメギキョウ）、ゼラニウムその他を鉢花として出荷し、パンジー、ペゴニア、インパチェンス、日々草、マリーゴールドその他を花苗として出荷している。需要は共に4月と5月の2カ月間に集中しかつ他のどの月よりもより高い出荷価格で出荷されている。これらの鉢花と花苗の生産は、中柱のない単棟の温室（ガラスあるいは硬質ビニールを被覆材とする加温室）7棟とパイハウスの全てを使用している<sup>1)</sup>。温室の設置数は、平成2年度末現在7棟で、これらの温室の総面積は、温室内の用土調整作業室とその他の作業室（合計130.6800（㎡））を含め、1,881.6300（㎡）である。7棟の温室は棚を固定した4棟の温室（作業室を含め、温室面積の合計は1,063.53（㎡））と、棚を可動できる3棟の温室（作業室はなく温室面積の合計は818.1000（㎡））から成り立っている<sup>2)</sup>。しかし固定ベンチを設置した温室と可動ベンチを設置した温室で、作業能率、棚面積の大きさ（鉢花と花苗の生産数量）および棚の償却費に相違がある。日常の鉢花と花苗の生育管理で特にシクラメンを主生産品目の1つとした場合、シクラメンは生育期間が長かつこの期間中の日常の個々の苗の生育管理あるいは、枯れ葉の除去および病害虫の防除等に関して、他の鉢花以上に日常の生育管理に多くの手作業を必要とする。また可動ベンチは、ここでは手動により棚を前後に動かし、棚と棚の間隔を作業に都合のよい広さまで確保することになる。しかしこの広さを十分に確保しない場合、固定ベンチに比べ、作業にかかる負担がより多くなり作業能率は低下する。また出荷鉢等の運搬作業を考慮し、5棟の温室では温室の中央に広い通路を確保し出荷鉢等の運搬に運搬車を使用している。これらの温室の棚は、中央の通路に対し左右に間口に平行に配置してある。

他の2棟は奥行に平行に固定ベンチを設置している。

このような生産状況を考慮して、本稿は温室で春に出荷する鉢花（鉢花）と花苗の生産で、棚の設置に関して、作業能率と採算性の面から考察する。

## 2. 前 提

本稿では、1. の温室の生産者が生産している鉢花と花苗に対し、ミニカーネーション、ゼラニウムは鉢花として4号鉢（化粧鉢）に仕上げ、ベルフラワーは鉢花として3号鉢（ポリポット）に仕上げ、おのおの出荷するものとする。さらに花苗は、3号鉢仕上げで出荷するものとする。

(1)ミニカーネーションは9月1日にパテント料を支払い計画した数量（一定）のプラグ苗を購入する。購入した苗は全て12月1日に3号鉢に仮植し、翌年3月1日に4号鉢（化粧鉢）に全て定植するものとする。出荷は5月1日に1日で全て行うものとする。

(2)ゼラニウムは購入した種子を11月15日に播種し、翌年1月15日に3号鉢に仮植した後、3月1日に4号鉢に定植する。出荷は4月1日に1日で全て行うものとする。

(3)ベルフラワーは、2月1日に3号鉢に定植した親株（植物体）から芽を採取し、育苗箱に芽挿した後、6月に2号鉢（ポリポット）に仮植し、仮植した苗は翌年1月に全て3号鉢に定植する。4月1日に1日で全て出荷するものとする。このとき親株は出荷鉢と同じ棚上で栽培し、親株1鉢から出荷鉢に換算して5鉢分の苗が採取できるものとする。苗費は親株の栽培費を充て、この費用には償却費は含めないものとしかつ、この費用の5分の1を出荷鉢1個の苗費とする。

(4)花苗の生産は、鉢花とシクラメンの生産（3号鉢に仮植中の苗）に必要な棚面積を除いた、残りの棚を全て使用して行うものとする。

(5)花苗の生産—出荷について、ここでは4月から5月にかけて出荷するペゴニア、パンジー、日々草、マリーゴールド、インパチェンスその他を対象とする。これらの花苗の生産は計画した数量の種子を購入し、プラグトレー（あるいは育苗箱）に播種した後、出芽

した苗は2月15日と3月1日におおの3号鉢に定植する。出荷は4月15日と5月1日の2日間で全て行うものとする。これらの花苗の種子費は、1粒あたり同じとする。

(6)ベルフラワーを除く鉢花と花苗の生産過程で、苗の仮植あるいは播種から出荷までの生育期間中、病害虫その他の要因による苗あるいは定植した植物体の損失はゼロとし、播種数、仮植した苗数、定植数および出荷数は同一とする。ベルフラワーの場合は、生産数量 $x_B$ に親株(定植した植物体)の数量を含め、出荷量 $X_B$ からは除く(親株数は $x_B - X_B$ )とする。

(7)鉢花と花苗の単位面積あたりの3号鉢の鉢数は共に同一とする。

(8)鉢花の単位面積あたりの4号鉢の鉢数は、ミニカーネーション、ゼラニウムで、共に同一とする。

(9)鉢花と花苗の需要量は、出荷期に十分にあるものとする。

(10)鉢花と花苗の生産費は用土費、肥料費、償却(仮植用)および消耗(出荷用)鉢費、種子費および苗費を考慮する。これらの費用は、全て生産期間中一定とする。

(11)(10)以外の生産費として棚の償却費を考慮し、棚の維持費は考慮しないものとする。このとき償却費は固定ベンチの償却費を基準(固定ベンチの償却費をゼロ)とし、この費用を基に可動ベンチを設置することによる償却費の増分(償却費(円))のみを考慮する。このとき償却費として、(a)棚数が一定の下で、固定ベンチの代わりに可動ベンチを設置することによる1㎡あたりの償却費の増分(償却費 $C_{FK}$ (円/㎡))、(b)温室の総面積 $S_C$ が一定の下で、固定ベンチ(面積 $S_F$ )に対し可動ベンチを設置することによる棚面積の増加に伴う償却費の増分(償却費 $c_K$ (円/㎡))の、これら2つの場合を考慮する。

(12)固定ベンチと可動ベンチの耐用年数は同じとする。

(13)出荷価格について、鉢花の出荷は全て市場とし、同一品目は全て同一価格で出荷できるものとする。花苗は全て花苗を委託した業者に出荷するものとし、このとき全ての品目は同一価格で出荷するものとする。

(14)生産-出荷について、共に毎年同一地域において毎年同一の鉢花と花苗を等量ずつ永続して行うものとする。

ここで使用する記号を、以下に設定する。

$S_C$ : 温室内の作業室を除く、温室の総面積(㎡)、一定  
 $S_T$ : 総棚面積(㎡)、 $0 < S_T < S_C$

$S_{CK}$ : シクラメン3号鉢の仮植に使用する棚面積(㎡)、一定

$S_{CT}$ : シクラメンの定植に使用する棚面積(㎡)、一定  
 $S_{ST}$ : 正味棚面積(㎡)( $= S_T - S_{CK}$ )、

$$0 < S_{CK} < S_{CT} < S_{ST} < S_T$$

$S_{B,0}$ : ベルフラワーの親株(3号鉢)の栽培面積(㎡)、一定

$S_F$ : 固定ベンチのみによる棚の総面積(㎡)

$S_K$ : 可動ベンチのみによる棚の総面積(㎡)、

$$0 < S_F < S_K < S_C$$

$S_D$ : 固定ベンチ面積(㎡)、 $0 \leq S_D \leq S_F$

$s_i, i=3,4$ :  $i$ 号鉢に定植した植物体の使用面積(㎡/個)、一定

$n$ : 仮植に用いる鉢の耐用年数(年)、一定

$N$ : 棚の耐用年数(年)、一定

$T$ : 2月1日から5月1日までの3カ月の定植期間(月)、一定

$a_A$ : 鉢花Aの出荷価格(円/個)

$a_N$ : 花苗の出荷価格(円/個)

$c_j, j=2,3,4$ :  $j$ 号鉢の鉢費(円/個)、一定

$c_{A,N}$ : 鉢花Aの苗費あるいは種子費(円/個)、一定

$c_{N,N}$ : 花苗の種子費(円/粒)、一定

$c_{1i}, i=3,4$ :  $i$ 号鉢に仕上げた鉢花あるいは花苗の用土費と肥料費の和(円/鉢)、一定

$C_{FK}$ : 1㎡あたりの可動ベンチと固定ベンチの償却費の差額(償却費)(円/年)、一定

$c_K$ : 可動ベンチ1㎡あたりの償却費(円/年)、一定

$r_A$ : 償却費を除く鉢花Aの利益(円/㎡)

$r_N$ : 償却費を除く花苗の利益(円/㎡)

$\nu$ : 面積 $S_{CT}$ から面積 $S_{CK}$ を除いた面積( $S_{CT} - S_{CK}$ )に対する償却費の割当率、 $0 \leq \nu \leq 1.0$

$x_A$ : 鉢花Aの総定植数(個)

$X_A$ : 鉢花Aの総出荷量(個)、 $x_{MK} = X_{MK}, x_B > X_B, x_Z = X_Z$

$y_N$ : 花苗の総定植数(個)

$Y_N$ : 花苗の総出荷量(個)、 $y_N = Y_N$

$R$ : 総利益(円)

$\beta_F$ : 面積 $S_C$ に対する固定ベンチ面積の比率( $= S_F / S_C$ )、 $0 < \beta_F < 1.0$

$\beta_K$ : 面積 $S_C$ に対する可動ベンチ面積の比率( $= S_K / S_C$ )、 $\beta_F \leq \beta_K < 1.0$

上記で記号 $a, c, r, x, X$ の下付きの記号Aは、以下の考察で記号AがMK、B、Zのとき、ミニカーネーション、ベルフラワー、ゼラニウムの、おおの鉢花を表すものとする。またミニカーネーションの苗費(プラグ苗の購入費)はパテント料を含めた費用とし、さらにベルフラワーの総定植数 $x_B$ は親株数を含むものとする。

### 3. 定式化

#### 3.1 棚面積比率 $\beta_F$ 、 $\beta_K$

考察の基になる比率 $\beta_F$ 、 $\beta_K$ の値を設定する。比率 $\beta_F$ 、 $\beta_K$ の値は、作業能率を考慮し、1. の温室で棚の配置が間口に平行な温室を基に温室の総面積 $S_C$ に対する棚の総面積の比として設定する。

1. の温室の1つで間口10.8m、奥行36mの温室の場合、固定ベンチが中央の通路に対し右側に15個、左側に14.5個設置（左側は温風暖房機の設置に、幅は棚幅の $\frac{1}{2}$ のスペースを使用）してあり、また1つの棚の寸法は、幅が1.8mで長さは4.8mである。このときこの温室1棟の総面積（間口と奥行の積）に対する固定ベンチ面積の比率は0.6556となる。いま間口が一定の下で奥行をより長くするとき、この比率は0.6667に限りなく近づく。また1. の温室の1つで可動ベンチが設置してある温室の場合、間口の広さ、棚の配置および棚数は、上述で比率 $\beta_F$ の値が0.6556の温室と同一で奥行のみ28.875mである。このときこの温室1棟の総面積（間口と奥行の積）に対するの可動ベンチ面積の比率は0.8173となる。間口の広さが一定の下で奥行をより長くするとき、この比率は0.8889に限りなく近づく。

1. の7つの温室の間口の広さについて、間口10.8mの温室は4棟で、他の3棟の温室は7.2mである。

本稿では、温室の総面積 $S_C$ に対し、比率 $\beta_F$ 、 $\beta_K$ の値を0.6556、0.8173に設定し、面積 $S_D$ に対し採算性の面から考察する。

考察にあたり、平成2年に1. の生産者、国内の種苗会社あるいは施設園芸に関する製品の販売会社の方より提供していただいた資料を基に第1表を作成し、この第1表の数値を適用する。

#### 3.2 総利益

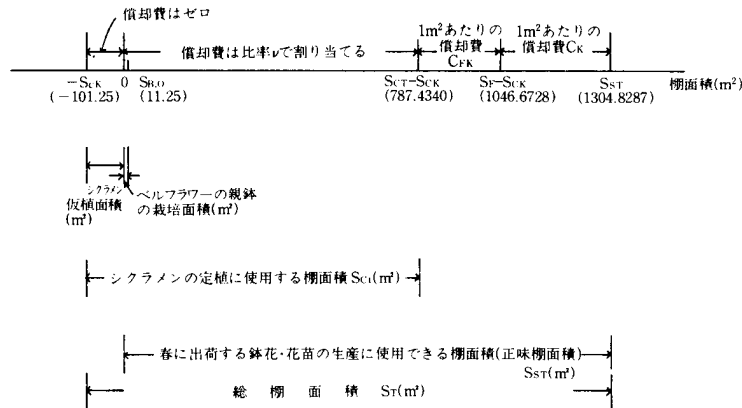
考察にあたり、温室の総面積 $S_C$ に対し、鉢花と花苗の生産に使用した棚の大部分は秋期から冬期においてシクラメンの定植にも使用されるものとする。このとき、次の3つの仮定を設定する。

（仮定1）シクラメン3号鉢の仮植に必要な面積 $S_{CK}$ は、鉢花と花苗の生産に使用できないことから、面積 $S_{CK}$ に関する償却費は全てシクラメンの生産費に含めるものとする。

（仮定2）（仮定1）より、シクラメンの定植に使用する面積 $S_{Cl}$ に対し、面積 $S_{Cl}$ から面積 $S_{CK}$ を除いた面積 $(S_{Cl} - S_{CK})$ は鉢花と花苗の生産にも使用しその償却費は、比率 $\nu$  ( $0 \leq \nu \leq 1.0$ ) で割当ててものとする。

（仮定3）（仮定2）で面積 $(S_{Cl} - S_{CK})$ を越える面積 $\{S_{ST} - (S_{Cl} - S_{CK})\}$ に対する償却費は、全て鉢花と花苗の生産費に加える。

（仮定1）～（仮定3）の下で、考察の対象とした鉢花



第1図 棚面積と棚の償却費の関係

第1表 数値 (その1)

$S_C$ : 1750.95	$\beta_F$ : 0.6556	$c_{14}$ : 5.4460	$c_2$ : 2.2	T : 3
$S_{CK}$ : 101.25	$\beta_K$ : 0.8173	$c_{MK,N}$ : 55	$c_3$ : 4	
$S_{Cl}$ : 888.6840	$c_{FK}$ : 90.9091	$c_{B,N}$ : 3.1241	$c_4$ : 14	
$s_3$ : 0.0056	$c_K$ : 393.9394	$c_{Z,N}$ : 15	n : 3	
$s_4$ : 0.0330	$c_{13}$ : 2.3340	$c_{N,N}$ : 0.8875	N : 10	

第 2 表 定義式と数値 (その 2)

$C_{MK} = C_{MK,N} + c_{14} + c_3/n + c_4,$	$S_Z = S_4 X_Z$	
$C_B = C_{B,N} + c_{13} + c_2/n + c_3,$	$S_N = S_3 Y_N$	
$C_Z = C_{Z,N} + c_{14} + c_3/n + c_4,$	$\gamma_{MK} = (a_{MK} - c_{MK}) X_{MK} S_4 / S_{MK}$	
$C_N = C_{N,N} + c_{13} + c_3,$	$\gamma_B = (a_B - c_B) X_B S_3 / S_B$	
$S_{MK} = S_4 X_{MK}$	$\gamma_Z = (a_Z - c_Z) X_Z S_4 / S_Z$	
$S_B = S_3 X_B$	$\gamma_N = (a_N - c_N) Y_N S_3 / S_N$	
$a_{MK} : 350$	$C_{MK} : 75.7793$	$\gamma_{MK} : 8\,463.6035$
$a_B : 125$	$C_B : 8.0603$	$\gamma_B : 20\,789.2800$
$a_Z : 360$	$C_Z : 22.3270$	$\gamma_Z : 9\,935.3003$
$a_N : 50$	$C_N : 7.2215$	$\gamma_N : 7\,605.0667$

と花苗の生産に使用できる棚面積 $S_T$ と考察で償却費の割当ての対象となる正味棚面積 $S_{ST}$ を、第 1 図に示す。第 1 図は可動ベンチのみあるいは固定ベンチと可動ベンチの両方を設置する場合の棚面積と棚の償却費の関係を表し、( ) 内の数値は棚面積 $S_D$ が $S_{CK}$ の場合の棚面積を表す。第 1 図で棚を全て固定ベンチとする場合、2. の前提(1)より、鉢花と花苗の生産費にこの償却費は含まれないものとする。

総利益 $R$ は鉢花と花苗による利益の和として与える。このとき償却費を除いた利益は、鉢花と花苗による総収入と償却費を除いた生産費の差で与えるものとする。総収入は出荷価格と出荷量の積で与える。償却費を除く生産費は種子費(あるいは苗費)、肥料費、償却用鉢費、消耗用鉢費の和で与えるものとする。いま期間 $T$ における鉢花と花苗の使用面積と 1 鉢あたりの(償却費を除く)生産費および $1\text{ m}^2$ あたりの(償却費を除く)利益を、おのおの第 2 表で定義する。さらに第 2 表の数値は、鉢花と花苗の出荷価格および第 2 表の定義式に第 1 表の数値を適用し、償却費を除く総生産費と $1\text{ m}^2$ あたりに換算した利益を示す。

いま総利益 $R$ は償却費の合計を $c_T$ とおき 2. の前提および上記の 4 つの仮定の下で、(1)式で定義する。また期間 $T$ における棚の使用に関して、(2)式に示す関係が成り立つものとする。ここでは(1)式の総利益 $R$ を目的関数とし、(2)式を制約条件式とする。このとき(2)式の制約条件の下で、(1)式の目的関数 $R$ を最大にする面積 $S_D$ について考察する。

$$\text{Max} : R = \gamma_{MK} S_{MK} + \gamma_B S_B + \gamma_Z S_Z + \gamma_N S_N - c_T \quad (1)$$

$$\left. \begin{aligned} T : S_{CK} + S_{B,O} + S_{MK} + S_B &\leq S_T \\ S_{CK} + S_{ST} &= S_T \\ 0 \leq S_D &\leq S_F \\ S_{B,O}, S_{MK}, S_B, S_Z, S_N &\geq 0 \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

#### 4. 考 察

3. 2 の(1)、(2)式に対し、2. の前提と 3. 2 の仮定の下で、作業能率と採算性の面から、3. 1 で設定した比率 $\beta_F$ 、 $\beta_K$ の値を基に検討する。

##### 4. 1 面積 $S_D$ と総利益

いま 2. の前提と 3. 2 の仮定および次の 3 つの仮定の下で、発生した問題を検討する。

(仮定 4) 鉢花と花苗の生産において、棚の使用の優先順位をミニカーネーション、ペルフラワー、ゼラニウムおよび花苗とし、棚面積 $S_{ST}$ が一杯になるまで棚を使用する。このときミニカーネーション、ペルフラワーの生産量と出荷量は、計画した数量を越えないものとする。

(仮定 5) (仮定 4) に対し、ゼラニウムの生産で棚の空き面積が少なく計画した数量が生産できない場合は、ミニカーネーション、ペルフラワーに対して計画した数量を確実に生産し、残りの棚は全てゼラニウムの生産にあてるものとする(このとき花苗の生産数量はゼロとなる)。

(仮定 6) 花苗の生産は、鉢花の生産を優先し、余裕のできた棚を全て使用して生産するものとする。

ここで設置する棚と作業能率に関して、以下の 3 つの場合を考える。

- (a) 温室の総面積に対し、全て固定ベンチを設置する(このとき作業能率は最も高いとする)。
- (b) 温室の総面積に対し、全て可動ベンチを設置する(このとき作業能率は最も低いとする)。
- (c) 温室の総面積に対し、固定ベンチと可動ベンチの両方を設置する。

(a)~(c)の 3 つの場合とこのときの総利益を、(1)式に対し、以下に定める。

(a)の場合、(1)式で費用 $c_T$ は2.の前提(1)より、ゼロとおく。さらにゼラニウムと花苗の生産に使用できる面積を $S_{FZ}$ および $S_{FN}$ さらに総利益 $R$ を $R_F$ とおく。このとき(1)式の総利益 $R$ は、(3)式となる。

$$R_F = \gamma_{MK} S_{MK} + \gamma_B S_B + \gamma_Z S_{FZ} + \gamma_N S_{FN} \quad (3)$$

(b)の場合、償却費は第1図に対し、以下のように定義する。

$\nu c_{FK} (S_{Cl} - S_{CK})$ ：この償却費は、棚面積 $(S_{Cl} - S_{CK})$ に対し、償却費を比率 $\nu$ で割り当てることを表す。

$c_{FK} (S_F - S_{Cl})$ ：この償却費は、棚面積 $(S_F - S_{Cl})$ に対し、固定ベンチの代わりに可動ベンチを設置することによる費用の増分を表す。

$c_K (S_K - S_F)$ ：この償却費は、棚面積 $(S_K - S_F)$ に対し、可動ベンチを設置した場合の費用の増分を表す。

いまゼラニウム、花苗の生産に使用できる面積を $S_{KZ}$ 、 $S_{KN}$ および総利益 $R$ を $R_K$ とおく。このとき第1図より費用 $c_T$ に対し(1)式の総利益 $R$ は、(4)式となる。

$$R_K = \gamma_{MK} S_{MK} + \gamma_B S_B + \gamma_Z S_{KZ} + \gamma_N S_{KN} - \nu c_{FK} (S_{Cl} - S_{CK}) - c_{FK} (S_F - S_{Cl}) - c_K (S_K - S_F) \quad (4)$$

(c)について

面積 $S_D$ の大きさにより、以下の3つの場合に分ける。償却費は(b)の場合と同様に考える。このとき(1)式の総利益 $R$ は(5)、(6)式となる。

(1)  $0 < S_D \leq S_{CK}$ の場合；ゼラニウム、花苗の生産に使用できる面積を $S_{Z1}$ 、 $S_{N1}$ および総利益 $R$ を $R_1$ とおく。このとき(1)式の総利益 $R$ は、(5)式となる。

$$R_1 = \gamma_{MK} S_{MK} + \gamma_B S_B + \gamma_Z S_{Z1} + \gamma_N S_{N1} - \nu c_{FK} (S_{Cl} - S_{CK}) - c_{FK} (S_F - S_{Cl}) - c_K \{ S_D + (S_C - S_D / \beta_F) \beta_K - S_F \} \quad (5)$$

(2)  $S_{CK} < S_D \leq S_{Cl}$ の場合；ゼラニウム、花苗の生産に使用できる面積を $S_{Z2}$ 、 $S_{N2}$ 、総利益 $R$ を $R_2$ とおく。このとき(1)式の総利益 $R$ は、(6)式となる。

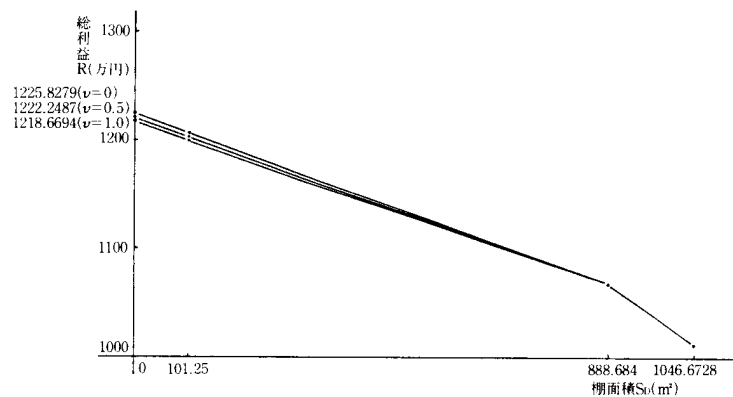
$$R_2 = \gamma_{MK} S_{MK} + \gamma_B S_B + \gamma_Z S_{Z2} + \gamma_N S_{N2} - \nu c_{FK} (S_{Cl} - S_D) - c_{FK} (S_F - S_{Cl}) - c_K \{ S_D + (S_C - S_D / \beta_F) \beta_K - S_F \} \quad (6)$$

(3)  $S_{Cl} < S_D < S_F$ の場合；採算性の面から、ここでは面積 $S_{Cl}$ より大きい固定ベンチ面積の場合は考慮しないものとする。

ここで第1表、第2表の数値を適用し、面積 $S_D$ と総利益 $R$ の関係について、割当率 $\nu$ が $0 \leq \nu \leq 1.0$ に対し、第2図に示す。第2図より面積 $S_D$ が $S_{Cl} \leq S_D \leq S_F$ の範囲にあるとき、総利益 $R$ は比率 $\nu$ の値に対し一定である。

いま面積 $S_D$ が $S_{CK}$ 、 $S_{Cl}$ のときの総棚面積を $S_{CKT}$ 、 $S_{ClT}$ 、花苗の生産に使用できる棚面積を $S_{CKN}$ 、 $S_{ClN}$ および棚面積が $S_F$ のときのゼラニウムと棚面積が $S_K$ のときの花苗に使用できる棚面積を $S_{FZ}$ 、 $S_{KN}$ とおき、おのおの第3表で定義する。ここで面積 $S_D$ が $S_{Cl}$ 、 $S_{CK}$ のときの総利益を $R_{Cl}$ 、 $R_{CK}$ とおき、このとき比較の対象となる2つの総利益の間で大小関係が成り立つ場合とこの場合に対し第1表、第2表を適用した場合を、利益 $\gamma_Z$ 、 $\gamma_N$ を変数として、第3表に示す。第3表で割当率 $\nu$ の値は、面積 $S_{Cl}$ に対しシクラメンと考察の対象とした鉢花および花苗で同程度の利用があるものとし、0.5とする。

次に第3表より、面積 $S_D$ が $0 \leq S_D \leq S_F$ で総利益が最大となる場合を、第4表に示す。第4表は面積 $S_D$ と総利益の間で(イ)~(イ)および(イ)の(1)~(4)、(ロ)、(イ)の(1)~(6)の場合が存在することを表す。さらにこれらの場合を、第3図の $\gamma_N - \gamma_Z$ 平面上に示す。第3図の平面は、第4表の(イ)~(イ)を実線で示した領域で表し、(イ)の(1)~(4)、(ロ)、(イ)の(1)~(6)を破線で示した領域で表す。このとき(イ)、(ロ)、(イ)は領域 $E_F$ 、 $E_{Cl}$ 、 $E_K$ で表す。また領域 $E_F$ 、 $E_{Cl}$ 、 $E_K$ の添字(数字)は、第4表の(イ)~(イ)の(1)~(6)を表すものとする。このとき領域 $E_F$ 、 $E_{Cl}$ 、 $E_K$ は、以下のように表すことができる。



第2図 棚面積 $S_D$ と総利益 $R$ の関係 ( $X_{MK}:15000$ ,  $X_B:12000$ ,  $X_C:10000$ ,  $X_Z:16000$ )

第 3 表 棚面積の定義と 2 つの総利益間の大小関係 (数式は  $\nu=0.5$  の場合)

---



---

$S_{FZ} = S_F - (S_{CK} + S_{B,O} + S_{MK} + S_B)$
$S_{KN} = S_K - (S_{CK} + S_{B,O} + S_{MK} + S_B + S_Z)$
$S_{CIT} = S_{Cl} + (S_C - S_{Cl}/\beta_F) \beta_K$
$S_{CKT} = S_{CK} + (S_C - S_{CK}/\beta_F) \beta_K$
$S_{CIN} = S_{CIT} - (S_{CK} + S_{B,O} + S_{MK} + S_B + S_Z)$
$S_{CKN} = S_{CKT} - (S_{CK} + S_{B,O} + S_{MK} + S_B + S_Z)$

---

$R_F > R_K : \gamma_Z < \{-S_{KN}\gamma_N + \nu C_{FK}(S_{Cl} - S_{CK}) + C_{FK}(S_F - S_{Cl}) + C_K(S_K - S_F)\} / (S_Z - S_{FZ})$
$\gamma_Z < -54601.1153\gamma_N + 3899.2909, (\nu=0.5)$
$R_F > R_{Cl} : \gamma_Z < \{-S_{CIN}\gamma_N + C_{FK}(S_F - S_{Cl}) + C_K(S_{CIT} - S_F)\} / (S_Z - S_{FZ})$
$\gamma_Z < -4589.0680\gamma_N + 1112.4370$
$R_F > R_{CK} : \gamma_Z < \{-S_{CKN}\gamma_N + \nu C_{FK}(S_{Cl} - S_{CK}) + C_{FK}(S_F - S_{Cl}) + C_K(S_{CKT} - S_F)\} / (S_Z - S_{FZ})$
$\gamma_Z < -48903.1241\gamma_N + 3674.8184$
$R_K > R_{Cl} : \gamma_N > \{\nu C_{FK}(S_{Cl} - S_{CK}) + C_K(S_K - S_{CIT})\} / (S_{KN} - S_{CIN})$
$\gamma_N > 557.2324$
$R_K > R_{CK} : \gamma_N > C_K(S_K - S_{CKT}) / (S_{KN} - S_{CKN})$
$\gamma_N > 393.9394$
$R_{Cl} > R_{CK} : \gamma_N < \{\nu C_{FK}(S_{Cl} - S_{CK}) + C_K(S_{CKT} - S_{CIT})\} / (S_{CKN} - S_{CIN})$
$\gamma_N < 578.2270$

---

第 4 表 総利益が最大になる場合 ((I)の場合)

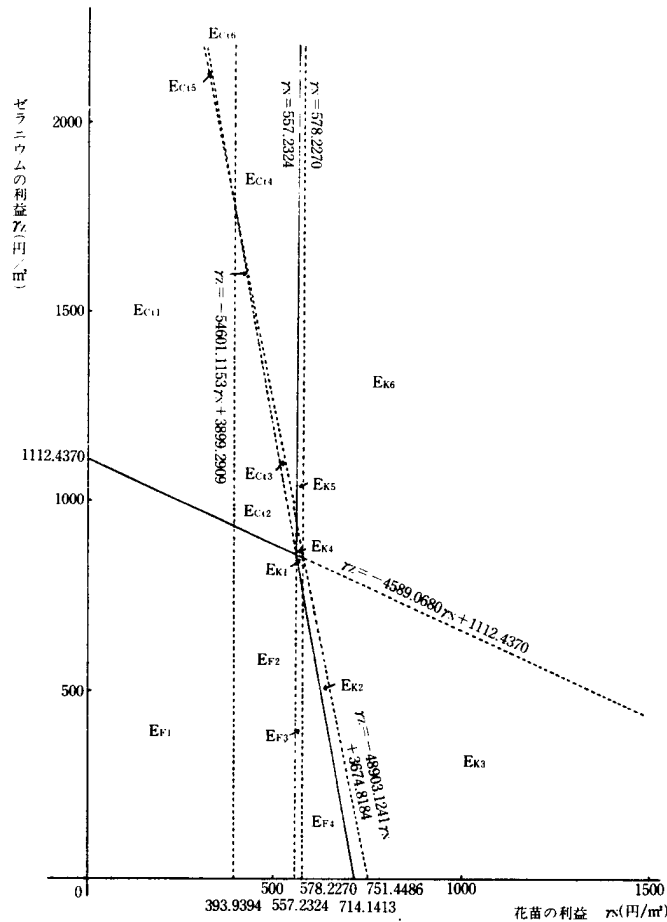
---



---

(イ)面積 $S_D$ が $S_F$ で総利益 $R_F$ が最大になる。このとき、
(1)面積 $S_K$ で総利益が最小 (かつ $R_{Cl} > R_{CK}$ )
(2)面積 $S_{CK}$ で総利益が最小 (かつ $R_{Cl} > R_K$ )
(3)           "           (かつ $R_K > R_{Cl}$ )
(4)面積 $S_{Cl}$ で総利益が最小 (かつ $R_K > R_{CK}$ )
(5)面積 $S_K$ で総利益が最小 (かつ $R_{CK} > R_{Cl}$ )
(この場合、第 1 表、第 2 表の数値を適用したとき存在しない)
(6)面積 $S_{Cl}$ で総利益が最小 (かつ $R_{CK} > R_K$ )
(この場合、第 1 表、第 2 表の数値を適用したとき存在しない)
(ロ)面積 $S_D$ が $S_{Cl}$ で総利益 $R_{Cl}$ が最大になる。このとき、
(1)面積 $S_K$ で総利益が最小 (かつ $R_F > R_{CK}$ )
(2)           "           (かつ $R_{CK} > R_F$ )
(3)面積 $S_{CK}$ で総利益が最小 (かつ $R_F > R_K$ )
(4)           "           (かつ $R_K > R_F$ )
(5)面積 $S_F$ で総利益が最小 (かつ $R_K > R_{CK}$ )
(6)           "           (かつ $R_{CK} > R_K$ )
(ハ)面積 $S_D$ が 0 (総面積 $S_K$ ) で総利益 $R_K$ が最大になる。このとき、
(1)面積 $S_{CK}$ で総利益が最小 (かつ $R_{Cl} > R_F$ )
(2)           "           (かつ $R_F > R_{Cl}$ )
(3)面積 $S_{Cl}$ で総利益が最小 (かつ $R_F > R_{CK}$ )
(4)           "           (かつ $R_{CK} > R_F$ )
(5)面積 $S_F$ で総利益が最小 (かつ $R_{Cl} > R_{CK}$ )
(6)           "           (かつ $R_{CK} > R_{Cl}$ )

---



第3図  $\gamma_N - \gamma_Z$  平面(実線:領域 $E_F, E_{Ct}, E_K$ , 破線:領域 $E_F, E_{Ct}, E_K$ の部分領域,  $X_{MK}:15000, X_B:12000, X_B:10000, X_Z:16000, \nu:0.5$ )

$$E_F = \{E_{F1}, E_{F2}, E_{F3}, E_{F4}\},$$

$$E_{Ct} = \{E_{Ct1}, E_{Ct2}, \dots, E_{Ct6}\},$$

$$E_K = \{E_{K1}, E_{K2}, \dots, E_{K6}\}$$

第4表で(4)の(5)、(6)の場合について、第1表、第2表の数値を適用したとき、(5)の場合は $R_{CK} > R_{Ct}$ の関係は成り立たない。また(6)の場合は、 $R_{CK} > R_K$ と $R_{CK} > R_{Ct}$ の2つの関係を同時に満たす領域は存在しない。それゆえこれら2つの場合は存在しない。

#### 4.2 作業能率と採算性

4.1で、第1表、第2表により得られた結果を考慮し、ここでは作業能率が高くかつ採算性に優れている場合として面積 $S_D$ が $0 \leq S_D \leq S_F$ の範囲で総利益が最大となる場合について検討する。

検討にあたり面積 $S_{CtT}$ に関して、 $S_{CtT} > S_{CK} + S_{B,0} + S_{MK} + S_B + S_Z$ の下で、棚面積の大きさと鉢花と花苗の使

用面積の大きさに関して、次の2つの場合を考える。

$$(I) S_{CK} + S_{B,0} + S_{MK} + S_B < S_F < S_{CK} + S_{B,0} + S_{MK} + S_B + S_Z$$

$$(II) S_F > S_{CK} + S_{B,0} + S_{MK} + S_B + S_Z$$

(I)の場合、

(i)  $S_D$ が $S_{Ct}$ で総利益が最大となる場合について  
総利益 $R_{Ct}$ が最大となる場合は、総利益 $R_{Ct}$ が $R_{Ct} > R_F, R_{CK}, R_K$ のときで、このとき利益 $\gamma_Z, \gamma_N$ を変数とする次の(7)~(9)式を同時に満たすときである。

$$\gamma_Z > \frac{-S_{CtN}\gamma_N + c_{FK}(S_{Ct} - S_{CK}) + c_K(S_{CtT} - S_F)}{(S_Z - S_{FZ})} \quad (7)$$

$$\gamma_N < \frac{\nu c_{FK}(S_{Ct} - S_{CK}) + c_K(S_{CKT} - S_{CtT})}{(S_{CKN} - S_{CtN})} \quad (8)$$

$$\gamma_N < \frac{\nu c_{FK}(S_{Ct} - S_{CK}) + c_K(S_K - S_{CtT})}{(S_{KN} - S_{CtN})} \quad (9)$$

(7)式で右辺の切片は正かつ、(8)、(9)式の右辺は共に

正である。このとき面積 $S_D$ が $S_{Ct}$ で総利益が最大となる場合は、割当率 $\nu$ および償却費 $c_{FK}$ 、 $c_K$ に対し、常に存在する。

(ii)面積 $S_D$ が $S_{CK}$ で総利益が最大となる場合について、(i)の場合と同様にして、この場合は総利益 $R_{CK}$ が $R_{CK} > R_F$ 、 $R_{Ct}$ 、 $R_K$ のときで、このとき(10)~(12)式を得る。

$$\gamma_Z > -\{S_{CKN}/(S_Z - S_{FZ})\} \gamma_N + \nu c_{FK} \{(S_{Ct} - S_{CK}) + (S_F - S_{Ct})c_{FK} + (S_{CKT} - S_F)c_K\} / (S_Z - S_{FZ}) \quad (10)$$

$$\gamma_N > \{ \nu c_{FK} (S_{Ct} - S_{CK}) + c_K (S_{CKT} - S_{Ct}) \} / (S_{CKN} - S_{CtN}) \quad (11)$$

$$\gamma_N < c_K (S_K - S_{CKT}) / (S_{KN} - S_{CKN}) \quad (12)$$

(10)式で右辺の切片は正かつ、(11)、(12)式の右辺は共に正である。このとき(11)、(12)式より、利益 $\gamma_N$ に対し次の関係が成り立つとき、面積 $S_D$ が $S_{CK}$ で総利益 $R_{CK}$ は最大となる。

(11)式の右辺<(12)式の右辺

このとき(13)式を得る。

$$c_K > \nu c_{FK} (S_{Ct} - S_{CK}) (S_{KN} - S_{CKN}) / \{ (S_K - S_{CKT}) * (S_{CKN} - S_{CtN}) - (S_{CKT} - S_{Ct}) (S_{KN} - S_{CKN}) \} \quad (13)$$

(13)式の右辺は0より、このとき面積 $S_D$ が $S_{CK}$ で総利益が最大となることはない。

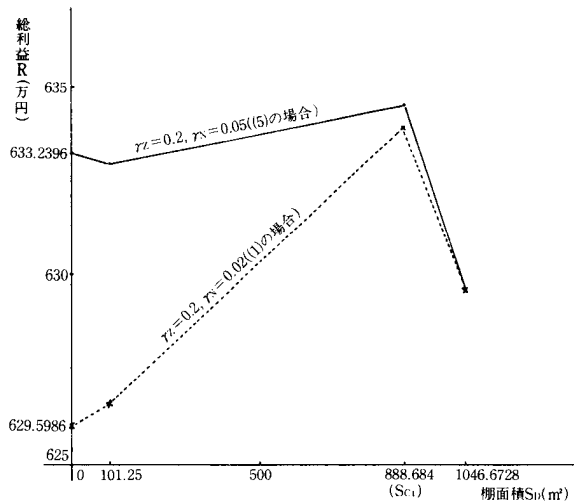
(II)の場合、(I)の場合と同様にして検討する。このとき面積 $S_D$ が $0 < S_D < S_F$ のとき、割当率 $\nu$ および償却費 $c_{FK}$ 、 $c_K$ に対し、総利益 $R_{CK}$ 、 $R_{Ct}$ が最大になる場合は存在しない。

作業能率が最も高い(あるいは最も低い)場合に総利益が最大となる場合についても、(i)、(ii)の場合と同様にして示すことができる。これらの場合は、面積 $S_D$ が $S_F$ あるいは0のときで、割当率 $\nu$ 、棚の償却費 $c_{FK}$ 、 $c_K$ に対し、常に総利益が最大となる場合が存在する。さらに第1表、第2表の数値を適用した場合、第4表で(4)の(1)~(3)および(4)の(2)、(3)、(6)の6つの場合が存在する。(I)の場合と同様にして、これら6つの場合が存在する条件を、1㎡あたりの利益 $\gamma_N$ の存在範囲で示すことができる。

ここで1. で述べた作業能率がより高かつ採算性に優れた場合として面積 $S_D$ が $S_{Ct}$ で利益 $R_{Ct}$ が最大となる場合について、第3図の $\gamma_N - \gamma_Z$ 平面を用い第4表で(II)の(1)と(5)の場合を、第4図に示す。

### 5. まとめ

本稿は主生産品目とする春に出荷する鉢花と花苗の生産で、棚の設置に関して、作業能率と採算性の面から、資料を基に考察した。



第4図 棚面積 $S_D$ が $S_{Ct}$ で総利益が最大となる場合

ら、資料を基に考察した。

考察にあたり鉢花と花苗を生産する温室は、単棟の温室に限定し、これらの温室に設置する棚と棚の償却費を考慮し、棚の毎年の維持費は考察から除いた。棚の設置に関して、比率 $\beta_F$ 、 $\beta_K$ は一定とし、温室内で出荷鉢等の運搬に運搬車が使用できかつ、固定ベンチと可動ベンチで棚の配置が同じ温室を考察の対象とした。さらに作業能率に関して、もう1つの主生産品目であるシクラメンの生産を考慮した。

はじめに資料に基づく数値を適用し、固定ベンチ面積 $S_D$ が $0 \leq S_D \leq S_F$ の範囲で総利益が最大となる場合について検討した。その結果、固定ベンチ面積 $S_D$ がゼロ(棚は全て可動ベンチとする)、 $S_{Ct}$ (シクラメンの定植面積分を固定ベンチとする)および $S_F$ (棚は全て固定ベンチとする)の、3つの場合で総利益が最大となる場合が存在し、その存在条件を $\gamma_N - \gamma_Z$ 平面上の領域で示した。

次に作業能率と採算性の2つの面について、割当率 $\nu$ と棚の償却費( $c_{FK}$ 、 $c_K$ )に対して検討した。このとき棚面積 $S_F$ とシクラメンの仮植面積および鉢花と花苗の生産に使用する面積の総和との関係において、

$$S_{Ct} > S_{CK} + S_{B,0} + S_{MK} + S_B + S_Z \text{ の下で、(I) } S_{CK} + S_{B,0} + S_{MK} + S_B < S_F < S_{CK} + S_{B,0} + S_{MK} + S_B + S_Z, \text{ (II) } S_F > S_{CK} + S_{B,0} + S_{MK} + S_B + S_Z \text{ の、2つの場合に分けて考察した。}$$

その結果、作業能率の面から、作業能率が最も高い(棚を全て固定ベンチとする)場合あるいは作業能率が最も低い(棚を全て可動ベンチとする)場合に対し、いづれも(I)、(II)の場合で、常に総利益が最大となる場合が存在する。さらに作業能率がより高かつ採算性に最も優れた場合を、ここでは面積 $S_D$ が $0 < S_D < S_F$ の範



圃で総利益が最大となる場合として考察した。その結果、面積 $S_0$ が $S_{CK}$ のとき(I)、(II)の場合で、共に総利益が最大になる場合は存在しないことを示し、また面積 $S_0$ が $S_{CL}$ で総利益が最大になる場合として、(I)の場合は常に存在し、(II)の場合は存在しないことを示した。

#### 参 考 文 献

- 1) 内海修一、施設園芸・施設の構造と設備、博友社、48-50, (1974).
- 2) 三原義秋編著：温室設計の基礎と実際、養賢堂、125、224, (1980).

#### 要 旨

温室で鉢花と花壇用花苗（花苗）の生産に使用する棚の配置について、県内のある鉢花・花苗生産者の場合をモデルに、作業能率と採算性の面から考察した。

モデルとした生産者は、温室7棟に対し、4棟は固定ベンチを設置し、3棟は可動ベンチを設置している。固定ベンチは、シクラメンのように栽培期間が長く日常の生育管理に手作業を多く必要とする鉢花に対し、作業の能率の面で適している。可動ベンチは、固定ベンチに比べ作業能率はやや落ちるが、より多量の生産を必要とする春に出荷する鉢花と花苗の生産に適している。春に出荷する鉢花と花苗の鉢の大きさは4号と3号とし、生産期間中病害虫等による苗あるいは植物体の損失はないものとした。このとき固定ベンチあるいは可動ベンチによるおのおの棚面積比率を設定し、これらの比率を基に棚の設置に関して、作業能率が高くかつ採算性にも優れた場合が存在することとその場合の条件および、上述の生産者について、これら2つの面からみた棚の設置について示した。

# **On the Economic Establishment of Bench After Consideration with Work Efficiency**

—On the Planning for the Production of Potted Flower and Garden Flower Seedling

Yoshihiro MARUYAMA

Department of Liberal Arts and Sciences, College of Technology