自然植生からみた紀の川流域における温州ミカン (*Citrus unshiu* Marc.) の栽培限界について

平井源一・堀 勝***
(大阪教育大学・和歌山県自然保護審議会)

A Study of the Boundary Area of Profitable Cultivation of
Satsuma Mandarin (*Citrus unshiu* Marc.) in the Valley of
Kino River from the View Point of Natural Vegetation

Gen-ichi HIRAI* and Masaru HORI**

* Osaka Kyoiku University, Ikeda, Osaka 563

** Nature Conservation Committee of Wakayama Prefecture

Summary

1. Studies were carried out to know whether the area of profitable cultivation of satsuma mandarin could be determined by the plants belonging to specific species, or certain groups of species in the natural vegetation, using same as indicator plants.

2. Among shrine forests in the valleys of lower Arida and Kino river, those of climax forest type were selected, and classified into 5 types in view of the distribution pattern of certain species of plants. In relation to the groups of plants and the dominance in each type, changes in cultivation areas of satsuma mandarin were examined.

3. As a result the area where the group of plants belonging to *Elaeocarpus sylvestris*, *Rapanea neriifolia*, *Symplocos glauca*, *Daphniphyllum teijsmannii* grow naturally, was considered to be suitable for satsuma mandarin cultivation judging from fruit quality.

緒 言

現在各地に点在する社寺林は、その成立過程において、さまざまな人為が加えられ、その程度もまちまちである。そのため、過去に加えられた人為の程度や、遷移の段階を明らかにし、それに従って取捨すると、はじめて吉良(5)が述べるそれぞれの地域の原始的植生型—極相林生態系—の標本とみなされる。

本研究はこうにして選抜した極相林を呈する社寺林の構成種とその構成種の優占度がどのように紀の川の下流域から上流域に変化するか、また、それに対応して、紀の川沿岸の温州ミカン栽培面積の動向を比較すると、社寺林植生の中に、温州ミカンの経済栽培の限界を示す指標植物が求められないかと考えて調査を行った。なお、本報告において、有田川下流域の社寺林植生をも加えたのは、この地域が温州ミカン栽培の適地で、その

適地の中の森林であるという観点から、この森林の構成種の中に、温州ミカンの経済栽培地を示す指標植物が含まれていると考えたからである。

調査の方法

i) 紀の川流域の温州ミカンの栽培面積：温州ミカンの栽培面積は各部落ごとの栽培面積を昭和 52 年 8 月、和歌山県紀の川流域の市町村並びに奈良県五条市の産業課に依頼して求めたものである。

ii) 調査区域とその区分：調査区域は第 1 表に示すように、和歌山市、橋本市、和歌山県那賀郡と伊都郡、奈良県五条市、同県吉野郡吉野町（紀の川流域）と和歌山県有田市、有田郡吉備町、日高郡由良町、海南市（有田川流域）とである（第 1 図）。この区域を吉良(4)の暖かさの指数（5℃以上の月平均気温の合計、以下 WI と書く）によって区分すると、WI 131 以上の有田川下流域（A）と、紀の川下流域（B）、WI 126~130 の紀の川河口より 16 km から 40 km までの地域（C）、WI 121~125

1979 年 3 月 14 日 受理

*** 昭和 51 年 8 月 26 日逝去

第1表 調査地点の地形、暖かさの指数による類別と遷移度 (C)

番号	神 社 名	所 在 地	高 度 (m)	斜面角	走 向	暖かさ の指数	類 別	遷移度
1	立 神 社	和歌山県有田市古江見	30	40°	N45°W	135	有田川下流域 (A)	770
2	衣 奈 八 幡 宮	〃 日高郡由良町	50	15°	N15°W	136		805
3	春 日 神 社	〃 海南市	35	30°	N75°E	135		759
4	藤 並 神 社	〃 有田郡吉備町	10	平 地		131		793
5	淡 島 神 社	〃 和歌山市加太	5	35°	N40°W	135	紀の川下流域 (B)	704
6	日 前 神 宮	〃 〃 鳴神	20	平 地		135		700
7	大 年 神 社	〃 〃 貴志	25	40°	N85°W	135		817
8	東 照 宮	〃 〃 和歌浦	70	30°	N60°E	133		753
9	大 宮 神 社	〃 那賀郡岩出町	30	平 地		130	紀の川河口より 16km~40km までの地域 (C)	752
10	長 田 観 音	〃 〃 粉河町	40	20°	N10°E	129		685
11	丹 生 神 社	〃 〃 貴志川町西山	110	20°	N40°E	128		754
12	妙寺八大神社	〃 〃 かつらぎ町	105	30°	N70°W	126		746
13	相 賀 神 社	〃 橋本市 市脇	135	25°	N84°E	125	紀の川河口より 40km から~ 70km までの 地域 (D)	721
14	御 霊 大 明 神	奈良県五条市黒駒町	155	10°	N46°E	125		752
15	蛭 子 の 宮	和歌山県那賀郡打田町境谷	170	40°	N60°E	125		791
16	畑田八坂神社	奈良県五条市畑田町	175	30°	N11°E	123		752
17	栄 山 寺	〃 〃 小嶋	125	30°	N65°E	123		746
18	巖 島 神 社	和歌山県伊都郡九重山町	200	20°	N20°W	121		775
19	神 霊 宮	奈良県五条市西阿田町	195	35°	N70°W	118	紀の川河口より 70km から 100 km までの地域 と紀の川周辺の 山間部域 (E)	711
20	天 王 神 社	和歌山県橋本市矢倉脇	300	30°	N20°W	115		682
21	大 名 持 神 社	奈良県吉野郡吉野町	205	40°	N88°W	113		719
22	岩 神 神 社	〃 〃 〃 矢治	195	40°	N45°E	110		693
23	水 分 神 社	〃 五条市北山町	435	40°	N88°E	100		760

注) 暖かさの指数 5°C 以上の月平均気温で 5° を引いた残りの温度を合計したもの (WI)

第1図 調査地点と暖かさの指数

の紀の川河口より 40 km から 70 km までの地域(D)及び、WI 120 以下の紀の川河口より 70 km 以上の地域(E)に分けられる。

iii) 植生調査の方法：植生調査は昭和 49 年 2 月より ~同 51 年 12 月に行い、各社寺林の中ではその社寺林の林相を最もよく表していると思われた場所に 10×10m

(100m²) の方形枠を設定した。(なお、有田川下流域では 200m² とした)。次に、この方形枠を 25 等分し、各枠ごとに、高木、亜高木、低木及び、草木層別に植物をとらえ、すべての樹木の胸高直径を調査したが、低木層の植物は地上 0.5m のところで求めた。

iv) 優占度と遷移度

優占度：群落調査において、種の優占度を表す方法としてはいろいろな方法が用いられているが、環境の変化に伴う種の優占度の連続的な変化を表現する方法として、Curtis・McIntosh (1951) の importance value (I) によるのが最も適当な方法と考えた。すなわち、各

調査地点でのある種の (I) の値は、各調査地点の全立木の樹幹断面積に対するその種の樹幹断面積合計の百分比 (相対被度 a) と、総本数に対するその種の本数の百分比 (相対密度 b) との合計 ($a+b$) である (第 2 表)。

遷移度：森林の遷移度の程度を表すには、まず各森林の調査地点の中に含まれる各種を平井ら (2, 3) の方法により極相指数 (climax adaptation number) を求め、この極相指数 (C) に各調査点における各種の優占度 (I) を乗じた数字を合計したものを遷移度 (degree of succession) として表した。すなわち、遷移度 (C) は $C = \sum_{i=1}^n I_i C_i$ (ただし、 n = 構成種数) である。各調査林で n の値が十分

大で、しかもあまり差がなければ、 C の値が大きい程、その調査点は極相的であるといえる。

次に、何点以上の遷移度をもって極相林とみなすかは、箕面市滝安寺の森林が照葉樹林の極相林であるといわれているので (7)、先の方法によりこの森林の遷移度を求めると、802 点の実数を得た。そこで本研究では遷移度値の 15% を偏差値とみなし、680 点以上の遷移度値を示した森林を極相林とみなした。

v) 温州ミカン (宮川早生) の果汁中のクエン酸含量の測定法

昭和 53 年 11 月 1 ~ 2 日に紀の川流域の温州ミカン栽培地の全域の中から、任意に宮川早生の 10 ~ 20 年生の果樹園 25 点を選び、各園から 10 数個の果実を採集し、これを分析用に用いた。

i) 定量の方法は、果実の果皮をはいた後、小型の搾汁器で搾汁し、その搾汁液を遠心分離器で汁液と固形物に分別し、その汁液の一定量を 1/10 N 規定の NaOH 溶液で滴定し、クエン酸含量として求めた。

調査結果と考察

i) 調査地点各森林の遷移度：調査地点の各森林は第 1 表に示すように 680 以上の遷移度値を得たので、いずれも極相林またはそれに近い森林と判定した。

ii) 極相林の植生と優占度：本地域内社寺林構成種はその分布のパターンから 5 つの植物群に分類される。これをまとめたものが第 2 表である。すなわち、I 型の植物は WI 126 以上に分布し、WI 130 以上ではかなり高い優占度を示すが、130 より低下するにしたがって優占度も順次低下する植物群である (第 2 図)。これに属する主なる植物はイヌマキ、トベラ、ヒメ

第 2 図 各型植物群の分布の消長

第2表 地域別社寺林植生の生態的分布（数字は優占度（1）を示す）

群 落 区 分	地域名 暖かさの指数 種名	A	B	C	D	E
		136~131	135~133	130~126	125~121	118~106
暖地沿海性植物群 (I型)	イヌマキ	7.9	5.5	0.2	0	0
	トベラ	0.3	0	0	0	0
	ヒメユズリハ	1.1	5.0	3.7	0	0
	ホルトノキ	16.1	45.4	0	0	0
	カクレミノ	5.0	4.3	3.5	0	0
	タイミンタチバナ	17.1	20.4	0	0	0
	ミミズバイ	14.3	8.2	20.2	0	0
	小 計	61.8	88.0	27.6	0	0
準暖地沿海性植物群 (II型)	モッコク	1.9	4.0		0.3	0
	ヤマモモ	0	22.9	0	0.1	0
	モチノキ	0.9	3.4	0.5	0	0.2
	ハイノキ	0.4	0.7	1.4	1.4	0
	ナナメノキ	1.4	0	4.2	0	1.3
	クちなし	3.5	1.6	1.5	0.1	0
	小 計	8.1	32.6	7.6	1.9	1.5
暖地型植物群 (III型)	オガタノキ	2.4	0.5	0	0	0
	クスノキ	1.7	0	0	0	0
	タブノキ	0.1	0.3	0	0	0
	イスノキ	0.5	0	0	0	0
	小 計	4.7	0.8	0	0	0
シーアラカシ群落にみられる植物群 (IV型)	アラカシ	4.9	3.2	29.9	6.4	8.1
	ツブラジイ	66.7	0	72.3	105.8	42.1
	ヤブニッケイ	1.3	6.4	4.2	0.2	1.6
	シロダモ	0	0	0.3	0	0
	カナメモチ	2.2	1.2	1.8	4.3	3.9
	クロガネモチ	0.8	3.6	9.4	0	0
	ソヨゴ	0	0	0.6	2.2	3.8
	ヤブツバキ	3.6	17.2	15.7	0.7	9.5
	サカキ	12.5	6.8	6.5	20.0	8.9
	ヒサカキ	3.2	2.3	5.0	5.7	3.7
	シャシャンボ	0.3	1.0	2.3	0.8	0.5
	ネズミモチ	10.3	9.8	11.4	3.2	8.0
	小 計	105.8	51.5	159.4	149.3	90.1
シラカシ群落にみられる植物群 (V型)	ツクバネガシ	0	0	0	0.8	10.4
	シラカシ	0	0	0	0.8	28.5
	ウラジロガシ	0	0	0	0	0
	イチイガシ	0.5	0	0	0	4.2
	アカガシ	0	0	0	0	0
	イスガシ	0	0	0	0.3	0.4
	クロモジ	0	0	0	0	0.2
	アオキ	0	3.8	0	0.2	18.4
	アセビ	0	0	0	2.8	0
	小 計	0.5	3.8	0	4.9	62.1
表にあげた植物の優占度の合計		180.9	177.5	194.6	156.1	154.0
表にあげなかった植物の優占度の合計		19.1	22.5	5.4	44.9	46.0
総 計		200.0	200.0	200.0	200.0	200.0

ユズリハ、ホルトノキ、カクレミノ、タイミンタチバナミミズバイ等である。Ⅱ型の植物はⅠ型と同様、WI 126以上の地域に主として分布するが、Ⅰ型の植物に比し、出現頻度並びに優占度が低く、さらに、Ⅰ型よりWIの低い地域まで(WI 120まで)分布する種で、モッコク、ヤマモモ、モチノキ、ハイノキ、ナナメノキ、クチナシ等がこれに属する。Ⅲ型の植物はWI 130以上の地域に見られる植物群であるが、優占度、出現頻度は低い。この型に属する植物はオガタマノキ、クスノキ、タブノキ、イスノキ等で、Ⅰ、Ⅱ型の植物よりもややWIの高い地域に認められる。以上からⅠ型の植物をその分布型から暖地沿海性植物群、Ⅱ型を準暖地沿海性植物群Ⅲ型を暖地型植物群としてまとめられる。Ⅳ型の植物はⅠ、Ⅱ、Ⅲの型の植物に比し、種数も多く、本調査区域の全範囲にわたって分布し、その優占度も極めて大きく、特にWI 120~130の範囲では著しい種群である。この型に属する植物はアラカン、ツブラジイ、ヤブニッケイ、シロダモ、カナメモチ、クロガネモチ、ソヨゴ、ヤブツバキ、サカキ、ヒサカキ、シャシャンボ、ネズミモチ等で、この型の植物はシイ、アラカンに随伴する植物群としてまとめられる。Ⅴ型の植物はWI 120以上ではまれにしか出現しないが、120以下からは主要な構成種となる植物群で、この型に属する植物はツクバネガシ、シラカン、ウラジロガシ、イチイガシ、アカガシ、イヌガシ、クロモジ、アオキ、アセビ等で、この型の植物はシラカ

第3表 紀の川流域市町村別温州ミカン栽培面積

市・町・村名	水田面積(h)	温州ミカン面積(h)	温州ミカン面積/水田面積
和歌山市	3,424	1,105	0.32
那賀郡 岩出町	5,860	1,200	0.20
〃 貴志川町	713	183	0.26
〃 打田町	68	54	0.79
〃 那賀町	118	780	6.61
〃 桃山町	9,160	3,223	0.35
〃 粉河町	1,862	1,410	0.76
伊都郡かつらぎ町	2,295	1,298	0.57
〃 九度山町	123	199	1.61
〃 高野口町	3,501	958	0.27
橋本市	1,581	298	0.19
五条市	163	25	0.15
伊都郡 高野町	8	0.5	0.06
〃 花園町	442	0	0.00

(昭和52年8月調査)

シに随伴する植物群としてまとめられる。以上を地域別に各型別に植物の分布の動向をまとめたものが第2図であり、これにしたがえば、各型の植物はWIの変化にしたがって、連続的に変化している。この各植物群の温度環境の変化に伴う連続的な変化と温州ミカン栽培との動向とを次に対比する。

iii) 自然植生と温州ミカン栽培との関係：紀の川流域の温州ミカン栽培面積は第3表に示すとおりで、各部落

第3図 温州ミカンの栽培分布とⅠ、Ⅱ、Ⅲ型植物群の分布との関係

別の栽培面積を分布図として表したものが第3図である。温州ミカンの栽培は紀の川の河口より約70kmの上流域まで認められ、その中で特に栽培の盛んな地域は河口より40kmまでである。今、温州ミカンの栽培面積が水田面積の30%以上を示す市町村は和歌山市、和歌山県那賀郡打田町、那賀町、桃山町、粉川町、かつらぎ町、九重山町であり、以下高野口町、橋本市、五条市では、その面積比は急激に減少する。

前項において、社寺林の構成種を分布型から5つに分けたが、その各々の型の植物と温州ミカンの栽培面積とを対比すると、I型の植物群が分布する地域内において、その優占度の大きい地域では、温州ミカンの栽培面積もまた極めて大きく、この点是有田川下流域でも同様である。さらに、この植物群は紀の川の河口より約40kmの区域まで分布するが、その優占度は上流になるほど次第に小さくなり(第2図)、それに対応して、温州ミカンの栽培面積も減少する傾向にある。このように、I型の植物群の優占度の変動と温州ミカン栽培面積の動向との間に対応関係が存在する(第3図)。しかし、I型の植物群が見られなくなった地域の橋本市、高野口町の山間部、五条市の一部でも、なお、温州ミカン栽培が行われ、この地域内ではII型の植物群は出現頻度も優占度も低く、さらに、現に温州ミカン栽培が明らかに行われていない地域にまでも、分布範囲が拡大しているの

で、この型の植物群が分布するか、しないかをもって、温州ミカン栽培の指標にすることは、危険度が高いと思われる。それよりも、I型の暖地沿海性植物群の分布が認められるところは、温州ミカン栽培の適地で、II型の準暖地沿海性植物群が認められるところは、必ずしも、気候的にみて、安定した栽培地ではないが、今日の温州ミカン需要量の増大がこの地域にまで、生産地の拡大をみたわけで、栽培が可能な地域ではないかと考えられる。III型の植物群は主として有田川下流域に認められる植物群であるが、この紀の川の河口より16~40kmの地域では出現頻度が極めて少ない。したがって、この種の存在の有無も、紀の川流域では温州ミカン栽培の指標植物となりにくい。IV型の植物群は、温州ミカン栽培の盛んなところで、優占度も高いが、しかし、温州ミカン栽培が行われていない紀の川上流域でも、なお、優占度の高い植物群である。V型の植物群の優占度の高いところでは、これまた、温州ミカン栽培は行われていない。以上から、IV、V型の植物群はいづれも温州ミカンの経済栽培の指標植物としては用いられない。

iv) 温州ミカンの果汁中のクエン酸含量と各型別植物分布との関係

温州ミカン(宮川早生)の果汁中クエン酸含量(11月1~2日調査)の地域間変異をみると、第4図に示すように、和歌山市及びそのごく周辺の市町村の地域(B地

第4図 紀の川流域における温州ミカンの果汁中のクエン酸含量と植物分布との関係(品種宮川早生, 1978年11月1~2日調査)

域), すなわち, III型の植物群の分布する範囲の地域では, その含量は 1.0~1.5% の範囲にあり, 他の地域よりやや高く, 次にこれより紀の川上流域で, 河口より16 km から 40km の範囲 (C地域) のI型の植物群が分布する範囲ではクエン酸含量は1地点を除いて, 1.2% 以下, または1%以下のものが多く, 他の地域より著しく低い傾向にある。さらに上流のD地域すなわちII型の植物の分布限界内の地域では, 極めてクエン酸含量が高く, 1.5% 以上の地点が3点あり, 大部分は1.2~1.5% であった。このように, 温州ミカンの酸含量は地域間に差異を有し, I型の植物の分布範囲外ではその含量が高いことが明かである。もとより果汁中のクエン酸含量の多少のみで, 温州ミカンの適, 不適地を論ずることはできないが, 松本 (1973) によれば, 温州ミカンの酸含量は日射量, 日照時間, 果実の大きさなどと高い負の相関があり, 遊離酸含量の多少は成熟度に対して高い寄与度を示すと述べ, また, 海岸からの距離, 標高とも関連があるとしている。また, 和歌山県果樹園芸試験場の調査 (中屋・森本 1972) では, 早生温州の成熟期の酸含量はほぼ1.0% 前後であることから, 本実験の11月1~2日における調査で1.2% あるいは1.5% 以上の高い酸含量を示す地点では, 成熟が遅れているか, あるいは日照, 温度不足などにより減酸が伴わなかったかなどが考えられ, これらの点からも, 温州ミカン特に宮川早生におけるある時期の酸含量の多少は栽培適地の一指標となりうると思われる。

本実験の結果から, I型に分類した暖地沿海性植物群の分布する地域では果汁中のクエン酸含量が他の地域よりも低く (平均 1.06%), また, 実際に温州ミカンの栽培面積が最も多い (第3図)。したがって, この地域は温州ミカンの栽培にとって, より適地とみなしうるものであり, いいかえれば, I型の植物群の分布が温州ミカンの経済栽培の適地の指標となりうると思われる。なお, II型の準暖地海岸性植物群が分布する地域は温州ミカンの栽培分布からみても, 果汁のクエン酸含量 (平均1.35%) からも, 必ずしも温州ミカンの栽培適地ではないが, 栽培可能な地域と考えてもよいであろう。いずれにしても, 温州ミカンの栽培限界あるいは適地の指標として, 自然植生の分布との関連性を考えることは極めて重要であり, この点についてさらに紀の川, 有田川流域のみならず, わが国各地における温州ミカンの栽培適地と自然植生との関連について, 引き続き詳細な調査を続ける必要があると考えられる。

摘 要

1. 温州ミカンの経済栽培が自然植生の中のある特定

種あるいは種群を指標植物にして, 適地か不適地かの判定に利用できないだろうかと考え, この点を実証しようとした。

2. 有田川下流域, 紀の川流域の社寺林の中で極相林 (climax forest) と考えられた社寺林を選び, その構成種の分布のパターンから5つに分類し, 各型の植物群並びにその優占度 (dominance) と温州ミカンの栽培面積の変動とを対応して考えた。

3. その結果, ホルトノキ, タイミンタチバナ, ミミズバイ及び, ヒメユズリハ等の暖地沿海性植物群が分布する地域はミカン栽培の適地であると考えられ, これらの植物を温州ミカンの適地指標植物として用いられると考えた。なお, 温州ミカン (宮川早生) の品質の点からもこれを裏付けることができた。

謝 辞 本論文を稿するに当たり, 大阪府立大学中川昌一教授にご指導とご校閲を賜った。ここに厚くお礼申し上げる。

引用文献

1. CURTIS, J. T. and R. P. MCINTOSH. 1951. An upland forest continuum in the prairie forest border region of Wisconsin. *Ecology* 32: 476—496.
2. 平井源一・奥田 孝・岡 静夫・堀 勝. 1976. 極相に近い社寺林植生に関する生態学的研究. 1. 淀川より紀の川流域までの地域について. *生理生態*. 17: 211—216.
3. ———. 管井啓之. 1978. 極相に近い社寺林植生に関する生態学的研究. 2. 淀川と武庫川の間で剣尾山 (785m) 以南の地域. *大阪教育大学紀要*. 27: 93—101.
4. 吉良竜夫. 1971. 生態学からみた自然. pp. 105—141. 河出書房新社. 東京.
5. ———. 1972. 社寺林の保護, 滋賀県の自然保護に関する調査報告. p. 66. 滋賀県, 大津.
6. 松本和夫. 1973. 柑橘園芸新書. pp. 212—217. 養賢堂. 東京.
7. 水野寿彦・水野信彦 (編). 1967. 箕面の自然, その生態学的基础研究. pp. 28—43. 六月社, 大阪.
8. 中屋英治・森本純平. 1972. 和歌山果樹試験場果樹試験研究成績. pp. 61—66.