

# 長十郎ナシの果実品質に関する研究

川 俣 恵 利

Studies on the Fruit Quality of the Chōjuro Pear  
(*Pyrus serotina* Rehd. var. *culta*)

Shigetoshi KAWAMATA

## Summary

The Chōjuro pear fruit used for this study was collected from forty-four prefectures, excluding Nagano, Shiga, and Okinawa Prefectures, with the cooperation of the relative Research Institutions in Japan. The fruit quality was analyzed at the time of ripening in 1977. As a clue to elucidate the regional properties from the obtained data, they are classified according to the nutrient contents of the fruit using multivariate analysis. The results obtained from the data are summarized as follows:

1. The ripening terms from Kagoshima to Hokkaido Prefectures were about three months from the middle of August to the middle of November, but it seemed that the degree of fruit maturity was within about 60 days from the end of August to the end of October in substance.

2. The fruit weight of the Chōjuro pear produced in Japan averaged about 348 grams, and the fruit shape in cooler climates was longer in vertical diameter than those in warmer climates. Moreover, in twenty-eight prefectures out of forty-four, it was clearly noticed that the physiological disorder of fruit hardening called "Ishinashi" was about sixty-four percent.

3. Mineral elements in the fruit of warmer climates were higher than those of cooler climates expressed as percentage of dry weight and absolute quantity on a per fruit basis. This was caused by the relation to temperature during the period of vigorous fruit development, especially from June to August.

4. The amounts of total sugar, inositol and sucrose in the fruit of warmer climates were higher while reducing sugar, fructose and glucose were lower than those in the fruit of cooler climates. In particular, a significant positive correlation was observed between total sugar, inositol and sucrose, and temperature during the period of vigorous fruit development, whereas a significant negative correlation was found between atmospheric temperature and fructose (including reducing sugar). Sorbitol content in the fruit was decreased in Kanto and in one local area in the Tohoku district. The starch content of the fruit was decreased in Kanto and in the northlands, too. However, these were not correlated with climatic factors. Titratable acidity of the fruit juice was increased in the Hokkaido and Tohoku districts, and conversely somewhat decreased in Kanto, Chubu, and Kinki districts. However, the negative correlation of five percent level was only found between titratable acidity and atmospheric temperature in June.

Fruit hardening increased in the warmer climates of the southlands, while it decreased in the Kanto districts and the northlands. As a result, a significant positive correlation was observed between fruit hardening and atmospheric temperature from July to August, whereas a significant negative correlation was found between atmospheric temperature and rainfall in August.

5. Factor analysis using principal component analysis was selected the respective mineral elements in the fruit in the first principal component; while sucrose, glucose, starch and fruit hardening in the fruit contributed to the second principal component; and inositol, fructose, titratable acidity and glucose in the fruit contributed to the third principal component in that order. From the results of selected factors, it seems that

the fruit of cooler climates (Hokkaido, Tohoku and most of the Kanto districts) contained more fructose and glucose (reducing sugar), while those of warmer climates (Kyushu, Shikoku, and Chiugoku districts) contained more sucrose, starch and inositol, and the hardness of the fruit is harder.

According to the considerations of the fruit factors and the mineral elements of the sugar factors, the mineral elements in the fruit of warmer climates are higher than those of cooler climates, and it can be classified as regional features.

The result of cluster analysis was divided into 9 groups and it showed a tendency similar to those outlined by principal component analysis.

## 緒 言

今から約50年前、石原（7）は全国の長十郎ナシ果実を比較調査して、乾燥冷涼な地方の果実と温暖湿潤な地方の果実との間には果実発育、糖含量、石細胞群などにそれぞれ違いのあることを明らかにした。とくに、糖含量について、温暖な地方の果実はショ糖の割合が多く、冷涼な地方の果実は還元糖の割合が多いとしている。

また、大沢（18）は日本における中国ナシ慈梨の果実について同様な調査をした結果、温暖な地方の果実は果汁中に還元糖が少なく、甘蔗糖が比較的多いが、冷涼な地方のものは全糖の大部分が還元糖であるとした。さらに、近藤（10, 11）は岡山産と鳥取産の二十世紀、長十郎を比較して、岡山産は果糖が少なく、ブドウ糖がいく分存在し、ショ糖がやや多いのに対し、鳥取産は果糖が多く、ショ糖が相対的に少なく、ブドウ糖は殆んど存在しないとしている。

以上のように、気象条件により糖の質的変化は認めらるものの、土壤条件、肥培管理及び栽培管理などによつても影響を受けることもよく知られている（5）。とりわけ、当時の肥培管理は施肥基準として、10 a当たりN26.5 P31.5, K31.5 kgとされ（23），それ等は主に人糞尿、厩肥、大豆粕、魚粕、青草、草木灰などで施用されていた（12）。また、標準的栽植本数も10 a当たり75本～54本植えで、現在の35本植えよりは密植栽培であった。こうした栽植密度の差異は、整枝や着果量の相異と相まって、当然果実の品質に影響を及ぼしていることも考えられる。

つぎに、当時行なわれていた糖の分析法は、ソックスレー法（7）や、ベルトラン法（1）によるものであり、果糖、ブドウ糖、ショ糖程度までしか分別できなかった。しかしながら、バラ科に属するナシにはソルビトールが含まれていることも知られているところであり（3），その他の未知糖も含まれていることが予想される。そこで、本研究では、最近確立されたガスクロマトグラフィーによる糖の分析法（9, 22）を用いて、全国産のナシ果実を分析してみた。この成績は、品質問題を考える上で

の一資料になるものと思われる。50年前との比較も含めて同一品種の長十郎を供試することにした。したがって、本研究の目的とするところは、1) 地域的な気象条件が果実品質へ及ぼす影響、2) 糖分析法の相異による差異、3) 多変量解析による地域的果実特性の分類、その他として、栽培管理の変化が品質へ影響を及ぼしているかどうか、をもあわせて行なったものである。

本文に入るに先だって、本研究にご指導を賜った筑波大学教授大垣智昭博士に厚く御礼を申し上げます。更に、果実試料のご送付を賜った各県の農業試験場、園芸試験場、果樹試験場、農業改良普及所そして生産農家の各位に深甚なる謝意を表します。

## 材料および方法

### 1. 調査果実

供試した果実は各道府県の試験研究並びに関係機関に依頼し、長十郎ナシ果実を成熟期に達した時点でご送付を賜った。果実の大きさは分析誤差を少なくするために、約300 gのものを基準に2～5果送付依頼をした。

全国44都道府県（長野、滋賀、沖縄を除く）からご協力をいただき、長十郎果実の送付開始は1977年8月18日の福岡県、同19日宮崎県を最初に、北海道の11月16日までの約3ヶ月間にわたって続いた。なお、第1表の発送日は収穫日および翌日と考えられ、到着まで日数は2日から最高8日間以内で、平均では2.7日であった。したがって、送付期間中の果実品質へ及ぼす影響は少ないようと思われた。

到着した果実は直ちに果重、果皮色、硬度および糖の分析を実施し、無機分析は乾燥粉末試料にして後日分析した。

### 2. 果実分析

果肉硬度はφ5 mm円筒のレオメーター（不動工業K.K）を用いて、2 cmの厚さに切った果肉を毎秒0.5 mmの速度で圧縮し、果肉組織が破壊した時点の圧力から算出した。

糖の分析はSweeleyら（22）の方法で、島津ガスクロマトグラフィー4 BMを使用し、先に報告（9）したも

のと同様な方法で行なった。

デンプンは糖抽出残査を用いて過塩素酸-ヨウ素法(14)で行ない、滴定酸度は果汁をN/10NaOHで滴定算出した。

無機成分の分析はNがセミミクロケルダール法、Pがメタバナジン酸アンモニウム法、Kがフレームフォトメーター法、CaおよびMgは原子吸光度法でそれぞれ行なった。

### 3. 多変量解析

各産地別の果実を分析したデータをもとに、果実の品質的分類を行なうためには、多変量解析の主成分分析およびクラスター分析が最も有効な手法といえる(16, 17, 19)。

主成分分析は分析データの各項目間の相関行列を計算し、それ等から固有ベクトル、固有値および寄与率を計算して関連の深い要因を選び出すものである。さらに、それ等選び出された要因からみて各産地間の果実特性を分類することが可能であり、産地別の果実の類似性も明らかにすることができます(16, 17, 19)。

つぎに、クラスター分析は各産地別に分析したデータを測定した項目(P形質)のP次元空間にちらばるサンプルにおきかえて、似かよい程度の強いものをクラスター(群)としてまとめていくものである(19)。したがって、主成分分析で行なった関連の深い要因を選びだし、それ等から各産地別の果実分類を行なったものとは基本的に異なる手法といえる。

## 実験結果

### 1. 長十郎果実の収穫期

分析結果を表示するに先だって、全国の長十郎果実の収穫期として、第1表の果実の発送日および1977年度の

落葉果樹試験研究打合せ会議資料(品種関係)(15)を参考にして、各都道府県における収穫日の等高線を第1図のように作成した。

1977年の気象は8月上旬から下旬にかけて長雨が続き、例年に比べて東京では1週間前後の収穫期の遅れが認められた。本調査では8月の降雨があまり多くなかった九州地方で収穫期がほぼ平年並みで、福岡県の8月18日を最初に、大分県の9月4日までの間に成熟した。

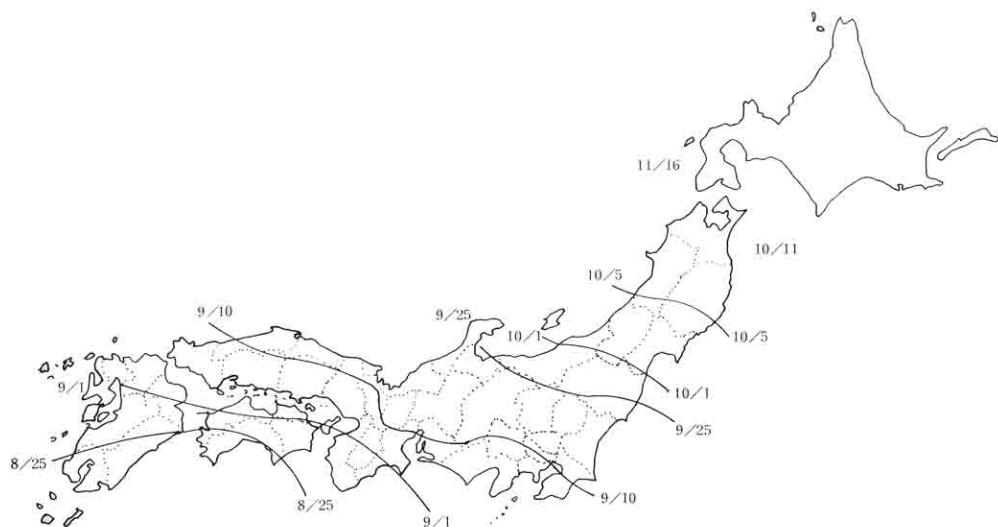
中国、四国地方から関東、北陸地方にかけては8月降雨の影響を受け、収穫期が9月中、下旬であった。東北地方は10月上、中旬に収穫され、北海道では11月中旬であった。この間、福岡、宮崎両県の収穫開始から終了の北海道まで、約3ヶ月間の開きがあった。

### 2. 果実中の無機成分含量

各県別における果実中の無機成分含量について、第2表に示した。

N含量は全国平均で乾物%が0.349%，1果中の絶対量が129.8mgであり、乾物%の最高は香川の0.516%，最低は山形の0.233%，絶対量では同じ県の最高200.7mg、最低85.5mgであった。それ等平均値より多く含まれていた県は青森、新潟、神奈川、静岡、山梨、福井、愛知、奈良、和歌山、大阪、京都、岡山、鳥取、広島、香川、熊本、宮崎で、徳島、愛媛、佐賀の各県は乾物%のみが多くかった。

P含量は最高が熊本の0.105%，36.9mg、最低が静岡の0.047%，17.6mgであり、平均では乾物%で0.07%，絶対量26.0mgであった。それ等平均値より多かった県は北海道、青森、新潟、茨城、神奈川、福井、大阪、岡山、



第1図 長十郎果実の収穫期

鳥取、広島、山口、香川、高知、佐賀、熊本、宮崎、鹿児島であり、三重、京都、島根、徳島、長崎は乾物%のみが多かった。

第1表 長十郎果実の生産地

No.	生産地	場所名	発送日	到着日	果色*	果重g
1	北海道	道南農業試験場	11. 16	11. 21	6. 0	353. 0
2	青森県	畑作園芸試験場	10. 11	10. 13	5. 2	370. 0
3	岩手県	園芸試験場	10. 5	10. 7	5. 1	333. 0
4	秋田県	果樹試験場	10. 19	10. 21	6. 0	278. 0
	"	天王分場	10. 20	10. 23	5. 8	387. 8
5	宮城県	園芸試験場	10. 3	10. 4	5. 8	333. 6
6	山形県	酒田農業改良普及所	9. 28	10. 3	5. 8	339. 3
7	福島県	園芸試験場	10. 1	10. 3	5. 8	343. 3
8	新潟県	園芸試験場	10. 1	10. 3	5. 6	491. 2
9	栃木県	農業試験場	9. 22	9. 24	5. 9	312. 0
10	群馬県	園芸試験場	9. 13	9. 14	5. 6	327. 5
11	茨城県	園芸試験場	—	9. 14	5. 8	349. 8
12	千葉県	農業試験場	9. 19	9. 20	6. 0	359. 6
13	埼玉県	所沢市 武藤園	—	9. 18	5. 6	369. 3
14	東京都	農業試験場	—	9. 10	5. 8	310. 0
15	神奈川県	川崎市 田代園	—	9. 18	5. 8	382. 5
16	静岡県	柑橘試落葉果樹試験地	9. 7	9. 10	6. 0	332. 8
17	山梨県	石和農業改良普及所	8. 24	8. 25	4. 5	334. 6
18	富山県	農試魚津果樹分場	9. 13	9. 14	5. 5	350. 8
19	石川県	農業試験場	9. 22	9. 26	5. 9	348. 3
20	福井県	農業試験場	9. 8	9. 10	5. 5	336. 0
21	愛知県	農総試園芸研究所	9. 8	9. 10	5. 6	444. 5
22	岐阜県	農業試験場	9. 21	9. 24	5. 7	341. 5
23	三重県	農業技術センター	9. 1	9. 2	5. 8	285. 3
24	奈良県	農業試験場	9. 24	9. 26	6. 0	372. 5
25	和歌山県	果樹園芸試験場	9. 1	9. 7	6. 0	307. 0
26	大阪府	農林技術センター	9. 8	9. 9	5. 8	371. 0
27	京都府	農研丹後分場	9. 10	9. 14	5. 2	308. 7
28	兵庫県	農総センター梨試験地	9. 5	9. 8	6. 0	307. 0
29	岡山県	農業試験場	9. 13	9. 17	5. 6	429. 0
30	鳥取県	果樹試験場	9. 23	9. 26	5. 8	358. 0
31	島根県	農業試験場	9. 11	9. 13	6. 0	290. 8
32	広島県	果樹試験場	—	9. 29	5. 3	381. 5
33	山口県	農業試験場	9. 12	9. 14	6. 0	337. 3
34	香川県	農試府中分場	8. 29	9. 6	5. 4	363. 5
35	徳島県	果試上板分場	8. 26	8. 29	6. 0	253. 0
36	愛媛県	果樹試験場	9. 2	9. 5	5. 2	264. 3
37	高知県	果樹試験場	8. 23	8. 29	6. 0	325. 0
38	福岡県	園芸試験場	8. 18	8. 20	6. 0	315. 0
39	佐賀県	果樹試験場	9. 3	9. 5	5. 9	332. 0
40	長崎県	果樹試験場	9. 3	9. 5	5. 8	281. 2
41	大分県	農業技術センター	9. 4	9. 7	5. 7	413. 8
42	熊本県	果樹試験場	8. 29	8. 31	5. 8	319. 5
43	宮崎県	総合農業試験場	8. 19	8. 22	4. 8	264. 0
44	鹿児島県	果試北薩支場	8. 28	8. 30	5. 2	307. 7

\* 農林水産省果試作成カラーチャート使用、平均果重348.1g

第2表 各県別の果実中の無機成分含量

都府県別	乾物 %					絶対量 (mg/果)				
	N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg
1 北海道	0.321	0.086	1.013	0.032	0.044	124.6	33.4	393.3	12.4	17.1
2 青森	.437	.075	.950	.026	.034	177.8	30.5	386.7	10.6	13.8
3 岩手	.292	.057	.740	.036	.031	106.9	20.9	271.1	13.2	11.4
4 秋田	.292	.067	1.040	.037	.035	121.6	27.9	433.2	15.4	14.6
5 山形	.233	.058	.920	.025	.029	85.5	21.3	377.6	9.2	10.6
6 宮城	.292	.063	.825	.032	.030	109.0	23.5	307.9	11.9	11.2
7 福島	.248	.055	.740	.026	.027	93.7	20.8	279.4	9.8	10.2
8 新潟	.408	.074	.988	.023	.034	200.0	36.3	484.4	11.3	18.1
9 栃木	.321	.068	.815	.029	.037	110.2	23.3	292.1	10.0	12.7
10 群馬	.262	.058	.940	.027	.029	94.4	20.9	338.7	9.7	10.4
11 茨城	.248	.074	1.015	.031	.033	95.4	28.5	390.6	11.9	12.7
12 千葉	.321	.054	1.020	.027	.034	127.0	21.4	403.5	10.7	13.5
13 埼玉	.306	.063	1.013	.020	.027	124.3	25.6	411.5	8.1	11.0
14 東京	.292	.059	1.065	.045	.035	97.0	19.6	353.8	14.9	11.6
15 神奈川	.394	.076	.940	.018	.033	165.8	31.9	395.6	7.6	13.9
16 静岡	.364	.048	.890	.030	.034	133.3	17.6	325.8	11.0	12.4
17 山梨	.379	.059	.980	.020	.023	139.5	21.7	360.7	7.4	8.5
18 富山	.292	.066	.915	.021	.031	103.0	23.3	322.9	7.4	10.9
19 石川	.292	.061	.890	.022	.027	111.9	23.4	341.0	8.4	10.3
20 福井	.379	.078	1.025	.021	.030	140.1	28.8	378.8	7.8	11.1
21 愛知	.364	.068	1.100	.024	.033	160.7	30.0	485.7	10.6	14.6
22 岐阜	.335	.065	.990	.040	.034	125.9	24.4	371.9	15.0	12.8
23 三重	.292	.079	1.090	.048	.058	91.7	24.8	342.4	15.1	18.2
24 奈良	.350	.055	.965	.029	.034	141.7	22.3	390.6	11.7	13.8
25 和歌山	.379	.055	.990	.038	.048	128.0	18.6	334.3	12.8	16.2
26 大阪	.496	.086	1.105	.035	.044	196.9	34.1	438.7	13.9	17.5
27 京都	.408	.063	1.090	.023	.035	138.6	21.4	370.2	7.8	11.9
28 兵庫	.269	.054	1.040	.040	.033	88.5	18.2	351.2	13.5	11.1
29 岡山	.437	.081	1.045	.031	.044	186.4	34.6	445.8	13.2	18.8
30 鳥取	.496	.079	1.300	.034	.047	191.8	30.5	502.6	13.1	18.2
31 島根	.292	.079	1.125	.033	.041	93.4	25.3	360.0	10.6	13.1
32 広島	.496	.086	1.185	.036	.055	194.4	33.7	464.5	14.1	21.6
33 山口	.321	.086	1.260	.040	.048	119.1	31.9	467.5	14.8	17.8
34 香川	.516	.071	1.250	.026	.052	200.7	27.6	486.1	10.1	20.2
35 徳島	.408	.079	1.253	.027	.048	119.7	23.2	367.8	7.9	14.1
36 愛媛	.379	.066	.960	.035	.040	116.2	20.2	294.3	10.7	12.3
37 高知	.292	.087	1.170	.048	.047	104.4	31.1	418.3	17.2	16.8
38 福岡	.321	.066	1.100	.045	.045	111.2	22.9	381.2	15.6	15.6
39 佐賀	.350	.072	1.105	.041	.043	127.8	26.3	403.5	15.0	15.7
40 長崎	.321	.072	1.250	.036	.035	100.2	22.5	390.1	11.2	10.9
41 大分	.305	.067	1.015	.028	.034	129.9	28.6	432.6	11.9	14.5
42 熊本	.471	.105	1.320	.033	.058	165.6	36.9	463.9	11.6	20.4
43 宮崎	.437	.094	1.370	.052	.042	131.3	28.2	411.5	15.6	12.6
44 鹿児島	.262	.081	1.395	.054	.039	88.7	27.4	472.2	18.3	13.2
平均	0.349	0.070	1.050	0.032	0.044	129.9	26.0	387.6	11.8	14.1

4. 秋田果試本場ならびに天王分場は平均値で表示した。

K含量は最高が鹿児島の乾物%で1.395%，絶対量では鳥取の502.6mg，最低は岩手の0.74%，271.1mgであり，

平均では乾物%で1.05%，絶対量387.6mgであった。平均値より多かった県は愛知、大阪、鳥取、広島、山口、香川、

高知, 佐賀, 長崎, 大分, 熊本, 宮崎, 鹿児島であり,

東京, 三重, 京都, 島根, 徳島, 福岡は乾物%のみが,

北海道, 秋田, 新潟, 茨城, 千葉, 埼玉, 神奈川, 奈良,

岡山は絶対量のみがそれ多かった。

Ca含量は平均乾物%で0.032%, 絶対量で11.8mgで

あり, 最高は鹿児島の乾物%で0.054%, 絶対量18.3mg, 最

第3表 各県別の果実中の糖含量 (mg/新鮮重g)

都府県別	全 糖	果 糖	ブドウ糖	フルビ トール	イノシ トール	ショ糖	デンプン	滴定酸	硬 度	$10^7 \text{ dyn/cm}^2$
1 北海道	103.19	35.65	26.33	29.93	0.29	10.99	0.017%	0.137%	4.62	
2 青森	115.91	56.46	14.35	28.96	tr	16.14	.017	.144	5.12	
3 岩手	118.82	46.54	11.94	30.65	tr	29.69	.024	.188	6.14	
4 秋田	110.60	34.30	10.76	27.52	0.48	37.54	.033	.178	5.36	
5 山形	97.30	36.30	22.62	17.42	tr	20.96	.071	.127	5.28	
6 宮城	98.62	35.27	16.48	23.62	tr	23.25	.033	.147	5.43	
7 福島	98.73	31.66	24.66	18.54	1.07	22.80	.017	.101	4.90	
8 新潟	115.51	23.88	47.23	24.99	2.19	17.22	.054	.121	4.63	
9 栃木	123.76	33.74	28.35	18.85	2.33	40.49	.032	.141	5.83	
10 群馬	115.27	32.55	5.94	19.50	0.92	56.39	.032	.101	6.07	
11 茨城	115.18	33.32	7.29	21.99	0.88	51.70	.033	.094	4.05	
12 千葉	130.66	37.57	25.04	26.02	2.94	39.09	.062	.121	4.58	
13 埼玉	99.44	30.06	30.64	25.21	2.14	11.39	.024	.101	4.92	
14 東京	127.28	27.05	15.21	27.29	3.42	54.31	.020	.127	4.75	
15 神奈川	130.45	52.79	24.85	25.71	4.00	23.10	.027	.101	3.63	
16 静岡	118.71	54.60	27.52	13.40	2.14	21.05	.021	.094	4.27	
17 山梨	109.55	15.51	32.84	33.26	3.33	24.61	.047	.087	6.20	
18 富山	119.88	30.66	5.25	33.57	2.96	60.38	.070	.101	6.19	
19 石川	120.72	33.63	26.51	20.72	1.07	38.79	.034	.074	5.64	
20 福井	128.66	37.50	13.76	28.94	2.26	46.21	.072	.121	6.15	
21 愛知	125.89	32.10	15.10	26.23	3.45	49.01	.038	.107	6.17	
22 岐阜	118.43	29.03	23.84	21.39	2.30	41.87	.046	.107	4.18	
23 三重	102.90	24.43	11.16	27.25	4.31	35.75	.081	.141	6.05	
24 奈良	118.73	34.69	26.49	21.53	2.67	33.35	.052	.093	4.50	
25 和歌山	130.08	31.38	30.72	25.54	2.91	39.53	.024	.114	6.16	
26 大阪	127.23	37.82	10.99	27.34	2.04	49.04	.044	.134	4.95	
27 京都	128.14	28.53	12.37	27.52	2.18	57.54	.073	.107	4.77	
28 兵庫	124.00	30.05	12.38	25.54	1.85	54.17	.085	.094	6.24	
29 岡山	114.26	24.96	10.75	27.59	1.56	49.40	.033	.094	5.99	
30 鳥取	115.38	32.78	13.76	19.35	1.67	47.82	.081	.141	4.78	
31 島根	126.52	44.26	15.14	18.78	2.15	46.19	.061	.134	4.71	
32 広島	128.43	50.66	26.73	26.58	3.14	21.32	.080	.141	5.58	
33 山口	114.77	26.10	13.27	22.09	1.23	52.08	.069	.101	5.85	
34 香川	114.21	21.00	18.06	29.98	3.92	41.25	.024	.133	6.26	
35 徳島	112.81	14.26	17.10	30.13	1.16	50.16	.023	.101	6.19	
36 愛媛	116.60	17.41	9.87	30.62	4.02	54.68	.051	.127	6.25	
37 高知	116.95	27.63	27.31	32.26	3.59	26.16	.062	.087	4.88	
38 福岡	118.94	26.71	19.31	37.09	4.44	31.39	.053	.107	6.17	
39 佐賀	127.46	33.46	11.42	19.27	2.66	60.65	.022	.121	6.08	
40 長崎	118.19	35.29	39.45	22.37	3.88	17.20	.026	.114	6.12	
41 大分	129.11	27.61	22.85	23.36	2.93	52.36	.068	.147	5.72	
42 熊本	130.58	28.58	33.39	27.30	1.86	39.45	.058	.141	6.20	
43 宮崎	120.99	35.56	21.24	31.73	2.57	29.89	.054	.141	6.31	
44 鹿児島	118.23	20.84	7.46	31.03	1.18	57.72	.064	.121	6.25	
平 均	118.12	32.59	19.79	25.63	2.18	38.28	0.046	0.119	5.46	

tr : trace, 4. 秋田果試本場および天王分場は平均値で表示した。

低は神奈川の乾物%で0.018%，絶対量7.6mgであった。これ等平均値より多かった県は岩手，秋田，東京，岐阜，三重，和歌山，大阪，兵庫，鳥取，広島，山口，高知，福岡，佐賀，宮崎，鹿児島であり，島根，愛媛，長崎，熊本は乾物%のみが，北海道，宮城，茨城，岡山，大分は絶対量のみが多かった。

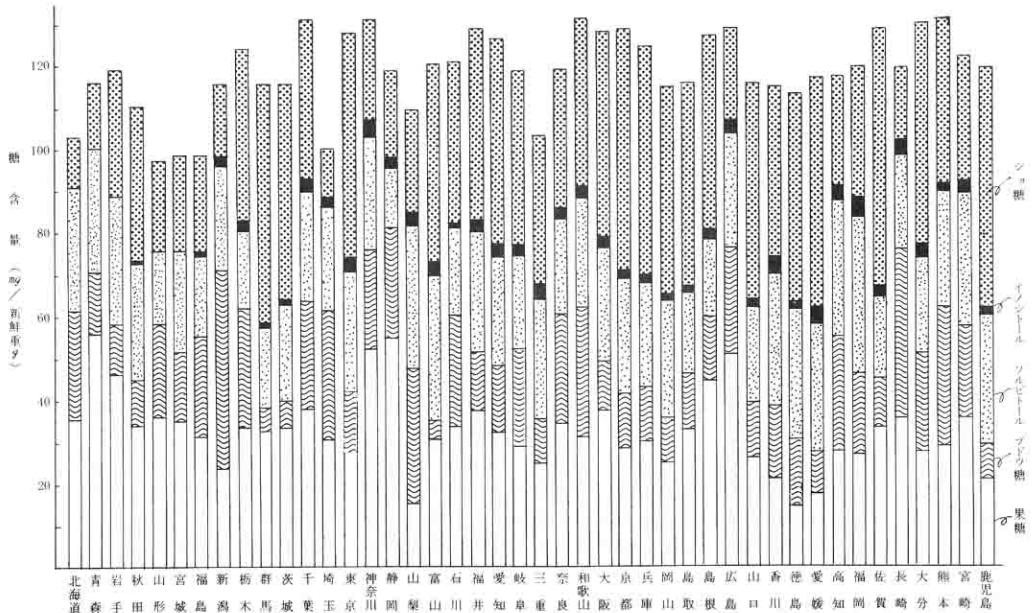
Mg含量は平均が乾物%で0.044%，絶対量では14.1 mgであり，最高は三重及び熊本の乾物%で0.058%，絶対量では広島の21.6 mgで，最低は山梨の乾物%で0.023%，絶対量8.5 mgであった。平均値より多かった県は三重，和歌山，鳥取，広島，山口，香川，高知，福岡，熊本であり，徳島のみが乾物%で多く，北海道，秋田，新潟，愛知，大阪，岡山，佐賀，大分の各県は絶対量で多かった。

以上、無機成分含量は各成分とも中部、近畿以南の各県に多い傾向が認められ、とくに、K、Ca 及び Mg 含量は乾物 % 及び絶対量とも中部以北の各県で、2、3 の例外を除いてほとんど平均値より少なかった。

### 3. 果実中の有機成分含量

各県別における糖含量は第3表に示した。全糖含量は最高が千葉の $130.66\text{ mg}/\text{新鮮重 g}$ で、最低は山形の $97.3\text{ mg}$ であり、平均では $118.11\text{ mg}$ であった。関東地方以北で平均値より高かった県は岩手、栃木、千葉、東京、神奈川のみで、それ以外は全般的に低下していた。一方、中部、東海、近畿、中国地方は比較的高く、四国は各県ともやや低く、九州の各県は全県とも高かった。

果糖含量は最高が青森の 56.46 mg, 最低が徳島の 14.26



第2図 全国の長十郎ナシ果実の糖構成割合

北海道地方はすべてが平均値よりも少なく、関東地方以南になるにしたがって多くなる傾向が見られた。すなわち、関東及び北陸地方以南の地域で平均値より少なかつた県は三重、奈良、広島、高知、福岡、長崎、宮崎の7県のみであった。

以上、これまでの各糖の構成割合を作図したものが、第2図である。この図からも明らかなように、東北地方の糖含量は全糖としても少なく、なかでもショ糖、イノシトールの割合が著しく少なくなっている。一方、西南暖地ではショ糖及びイノシトールが比較的多く含まれ、また、ソルビトールの割合もやや多くなっていることが見られる。しかし、果糖含量は関東以北に比較的多く、西南暖地、とくに四国及び九州地方でやや少なくなっている。

そこで、参考までに第3表から還元糖としての果糖とブドウ糖を合計した数値では、最高が静岡の82.12 mg、最低が愛媛の27.28 mgであり、平均では51.54 mgであった。この平均値より高かった県は近畿及び北陸以北の各県で多く見られ、近畿以南で高かった県は島根、広島、高知、長崎、熊本、宮崎の6県のみであった。これ等果糖とブドウ糖を合計した場合、この図からも明らかのように、西南暖地よりも東北及び関東地方に多く含まれていることがくみとれる。

つぎに、デンプン含量は第3表に示したように、最高が兵庫の0.085%，最低が北海道、青森、福島の0.017%であり、平均では0.046%であった。関東地方以北で山形、新潟、千葉以外の各県が平均値よりも少なく、西南暖地にやや多く含まれている傾向が見られた。

滴定酸は最高が岩手の 0.188 %、最低が石川の 0.074 %であり、平均では 0.119 %であった。東北地方は比較的高く、中国及び九州地方もやや高いのに対し、関東から近畿地方にかけて比較的少なかった。

果実硬度は最高が宮崎の  $6.31 \times 10^7 \text{ dyn/cm}^2$ , 最低が神奈川の  $3.63 \times 10^7 \text{ dyn/cm}^2$  であり, 平均では  $5.46 \times 10^7 \text{ dyn/cm}^2$  であった。関東以北では平均値より高かった県は岩手, 栃木, 群馬のみであり, その他はすべて低かった。また, 中国及び四国地方以南では鳥取, 島根, 高知のみが平均値より低く, その他の各県はすべて高く, 比較的硬い果実が多かった。

#### 4. 各成分間および気象要因との相関

各成分間の相関について第4表に示した。果実中のN%とP及びK%とが、N%とCa以外の各絶対量との間で相関が認められ、P%とMg%以外の各%及び各絶対量とがそれぞれ認められた。K%とはCa%とが、K%とN絶対量以外の各絶対量とが相関が認められ、Ca%とはCa絶対量のみが認められた。各絶対量間ではCa絶対

第4表 各特性値の平均と相関行列

特性値	標準偏差		乾物		%		絶対量		全糖		果糖		ブドウ糖		ソルビトール		イノシトール		シロ糖		デンプン		滴定酸	
	平均	標準差	N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg	$\alpha$	$\beta$	トル	トール	トル	トール	トル	トール	トル	トール		
N	0.349	0.075	1.00																					
P	0.070	0.012	.462	1.00																				
K	1.050	0.155	.418	.679	1.00																			
Ca物	0.032	0.009	.123	.303	.477	1.00																		
Mg%	0.044	0.040	.011	.048	.090	.101	1.00																	
N	129.9	33.9	.902	.357	.232	.296	.028	1.00																
P	26.0	5.2	.504	.821	.421	.008	.016	.644	1.00															
K	387.6	59.9	.522	.576	.722	.100	.116	.636	.753	1.00														
Ca量	11.8	2.8	-.060	.316	.416	.922	.105	.087	.211	.307	1.00													
Mg量	14.1	3.2	.596	.618	.499	.267	.040	.624	.702	.682	.441	1.00												
全糖	118.12	9.34	.337	.134	.238	.062	.285	.264	.105	.211	.061	.168	1.00											
果糖	32.59	9.41	-.067	-.060	-.306	-.153	.011	.151	.072	-.132	-.075	-.041	.223	1.00										
ブドウ糖	9.64	4.55	.142	.026	-.017	-.146	-.059	.194	.118	.097	-.121	.077	-.012	.043	1.00									
$\alpha$	10.15	5.29	.148	-.079	-.092	-.269	-.064	.220	.060	.071	-.217	.056	-.016	.068	.848	1.00								
ソルビトール	25.63	5.07	-.221	.307	.280	.202	-.014	.212	.188	.149	-.153	.153	.068	-.343	*.154	-.164	1.00							
イノシトール	2.18	1.25	-.241	.030	.262	-.138	-.210	.139	-.064	.143	.047	.181	.400	-.234	.221	-.191	.282	1.00						
シロ糖	38.28	14.58	-.038	-.020	.246	.172	-.133	-.138	-.116	.073	.113	-.002	.452	-.394	-.654	-.663	.022	.096	1.00					
デンプン	0.046	0.021	.031	-.224	.347	.190	-.044	-.014	.125	.254	.166	.171	.190	-.162	.149	-.145	.117	.204	.286	1.00				
滴定酸	0.119	0.024	.160	-.223	.031	.242	.232	.129	.189	.041	.287	.281	.004	.252	-.066	-.216	.117	-.232	-.104	.011	1.00			
硬度	5.46	0.76	-.057	-.128	.262	.223	-.043	-.126	-.118	-.035	.080	-.017	.041	-.422	-.174	-.232	.394	-.126	.302	*.141	.141			

量とN及びP絶対量間以外のすべての間で有意相関がみられた。

無機成分と各糖成分との間では、N%と全糖とが、K%とデンプンとが正の相関であり、K%と果糖との間では負の相関が認められた。

各糖成分の間では、全糖とイノシトールおよびショ糖とが、また $\alpha$ -ブドウ糖と $\beta$ -ブドウ糖とがそれぞれ正の相関が認められ、果糖とソルビトール及びショ糖とは負の相関であった。また、ショ糖は $\alpha$ -及び $\beta$ -ブドウ糖とはそれぞれ負の相関が見られた。

その他、果実硬度は果糖とは負の、ソルビトールおよびショ糖とは正の有意相関が認められた。

つぎに、果実品質と気象要因との関係について第5表に示した。果実収穫期は福岡、宮崎の8月18、19日から北海道の11月16日まで約3ヶ月の開きがみられたが、東北各県が10月上、中旬であった以外は大部分の県で8月下旬から9月下旬に集中していたので、主な果実発育期にあたる6月から8月までの気象要因と品質との関係について調べた。6月～8月までの気温と全糖、イノシトール及びショ糖とは正の有意相関が、果糖とは負の有意相関が認められた。また、6月の気温と滴定酸とは負の、7、8月の気温と硬度とは正の有意相関が認められた。

雨量については、8月の雨量と硬度のみが負の相関を、日照では、6月の日照と果糖とが、また7月の日照と全糖及びイノシトールとがそれぞれ正の有意相関であった。

##### 5. 多変量解析による各県別の果実分類

第4表の相関行列から主成分分析の計算を行ない、各特性値の固有ベクトルおよび寄与率を算出したものが第6表である。

第1主成分では各無機成分の要因が選抜され、寄与率は22.9%あり、第2主成分では $\alpha$ -及び $\beta$ -ブドウ糖に

対比してショ糖、硬度などが選ばれ、その累積寄与率は42.7%になった。第3主成分では果糖及び滴定酸に対比してイノシトール、両ブドウ糖、ソルビトール、硬度などが選ばれ、累積寄与率は55.3%の過半数になった。第4主成分では寄与率が10%，第5主成分は7.6%，第6主成分は6.8%と徐々に低下しており、各特性値は第6主成分内に平均で79.7%の寄与率を持った結果を示した。

これ等、第3主成分まで累積寄与率が過半数になったので、第1及び第2主成分と第1及び第3主成分上における各特性値がどのような「重み」を持って分布しているかについて第3図に示した。

第1及び第2主成分上(右図)では、両ブドウ糖とショ糖が原点をはさんで対比しており、また、果糖と硬度とが対比していた。その他、N、P、K及びMgは円周に近い位置に分布しており、ほぼ同じような「重み」を持っていた。一方、第1及び第3主成分上(左図)では、やや関連性は低いが滴定酸とイノシトールとが対比しており、N、P、K及びMgが左図と同様な「重み」持っていた。

つぎに、果実中の各成分の含有割合から見て、第1(Z<sub>1</sub>)及び第2主成分(Z<sub>2</sub>)上に各都道府県がどのように散布しているかを分類したものが第4図である。

果実中の果糖及びブドウ糖含量が多い県はZ<sub>1</sub>軸より上位の座標(第1及び第2象限)に分布しており、それ等が少なく、ショ糖、デンプン含量が多く、更に、果実硬度が高いものはZ<sub>1</sub>軸より下位の座標(第3及び第4象限)に分布している。また、N、P、K、Mg絶対量が多い県はZ<sub>2</sub>軸より右側の座標(第1及び第4象限)に分布している。

それ等から判断すると、北海道、東北そして東京、茨

第5表 全国の長十郎果実の品質と気象要因との相関関係

気象要因	全 糖	果 糖	$\alpha$ -ブドウ糖	$\beta$ -ブドウ糖	ソルビトール	イノシトール	ショ糖	デンプン	滴定酸	硬 度
気 温	6月 0.423	** -0.387	0.009	0.033	0.041	0.544	0.438	0.167	-0.346	0.284
	7月 .406	** -.435	-.026	-.073	.106	.563	.481	.195	-.278	.388
	8月 .445	** -.356	.007	-.031	.019	.527	.462	.077	-.293	.336
雨 量	6月 .267	-.179	.017	-.019	-.052	.295	.283	.270	-.078	.193
	7月 -.081	.043	.035	.062	-.355	-.170	.011	-.155	.004	-.205
	8月 .029	.188	.206	.275	-.137	.048	-.218	-.160	-.167	-.329
日 照	6月 .134	.362	-.011	-.035	.046	.043	-.141	.015	.133	.121
	7月 .400	.098	.136	.119	.253	.322	.006	.073	-.147	.182
	8月 .290	.126	.078	.003	.095	.236	.036	.101	-.050	.249

\*, \*\*, \*\*\* は 5%, 1%, および 0.1% レベルで有意相関

城を除く関東地方の多くは果糖及びブドウ糖が多く含まれており、長崎、熊本、高知、広島など数県の例外はあるものの、大部分が比較的冷涼な地方の果実に多く分布していた。一方、九州、四国、中国地方の多くは果糖、

ブドウ糖が少なく、ショ糖及びデンプンが多く含まれ、その上、果実硬度が高い傾向にあり、西南暖地産の果実に多く分布していることが見られた。

第6表 各特性値の固有ベクトルと寄与率

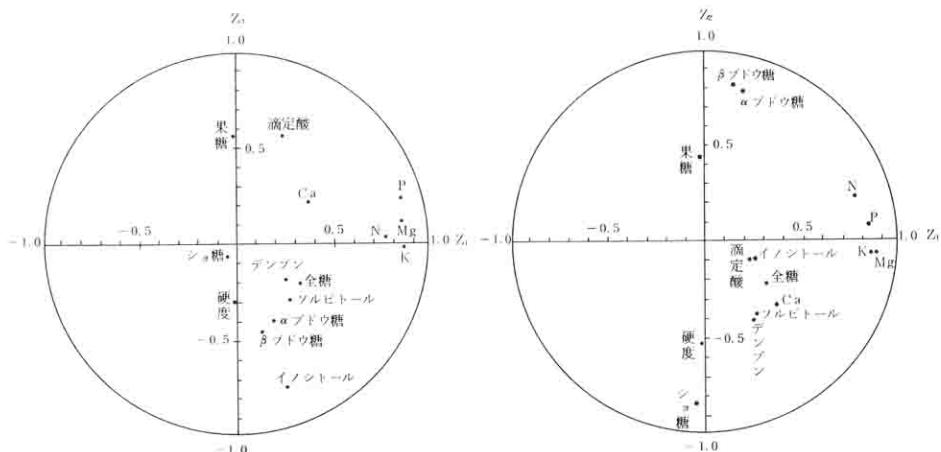
特 性 値	第 1 主 成 分	第 2 主 成 分	第 3 主 成 分	第 4 主 成 分	第 5 主 成 分	第 6 主 成 分	第6主成分 までの寄与率
N 絶対量	0.412	0.132	0.028	0.136	-0.095	-0.407	86.7%
P //	.457	.047	.167	-.053	-.221	-.099	84.1
K //	.470	-.037	-.010	.029	-.279	.065	85.1
Ca //	.200	-.192	.160	-.206	.224	.611	79.8
Mg //	.475	-.034	.084	-.074	-.014	.101	79.5
全 糖	.178	-.129	-.153	.574	.405	-.103	89.2
果 糖	-.005	.251	.410	.355	.374	-.064	85.9
$\alpha$ ブドウ糖	.106	.447	-.287	-.117	.159	.157	86.7
$\beta$ //	.081	.469	-.313	-.053	.060	.109	88.6
ソルビトール	.150	-.220	-.212	-.372	.214	-.365	70.2
イノシトール	.141	-.054	-.536	.156	.291	.065	75.8
ショ糖	-.023	-.488	-.049	.326	-.154	-.017	90.4
デンプン	.138	-.232	-.137	.119	-.007	.431	47.4
滴 定 酸	.130	-.059	.409	-.243	.527	-.058	79.2
硬 度	-.008	-.309	-.215	-.340	.222	-.242	66.3
固 有 値	3.41	2.99	1.90	1.50	1.14	1.03	平均
寄 与 率	0.229	0.198	0.126	0.100	0.076	0.068	79.7%
累積寄与率	22.9%	42.7%	55.3%	65.3%	72.9%	79.7%	

更に、N、P、K、Mgなど無機成分を比較的多く吸収している県は広島、熊本、大阪、香川、鳥取、新潟、高知、愛知、山口、大分など西南暖地産の果実に多く見られた。

つぎに、クラスター分析により各成分間の積率相関係

数を尺度として、各県別の果実を分類したものが第5図である。

岩手から山形及び北海道から新潟までは、広島の例外が含まれるもの、主に東北、北海道のグループに分類できる。次の岡山、香川、大阪、鳥取、熊本のグループ

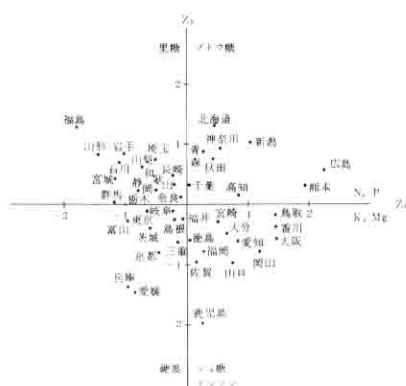


第3図 第1、第2主成分上(右図)および第1、第3主成分上(左図)  
における長十郎果実の各特性値の重み(因子負荷量)

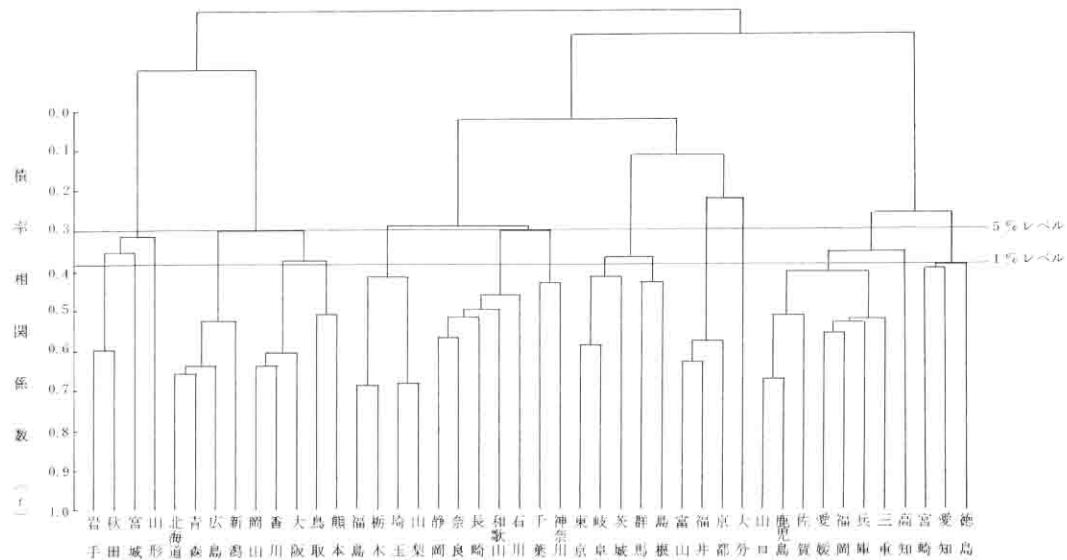
は第4図と比較しても明らかなように、N, P, K, Mg含量の多い果実である。福島から山梨までは無機成分が比較的少なく、果糖及びブドウ糖が多いグループである。

静岡から神奈川までは果糖及びブドウ糖が多く、無機成分含量はほぼ平均的なグループであり、東京から島根までは果糖及びブドウ糖がほぼ平均的で、無機成分がやや少ないグループである。富山、福井、京都、大分は無機成分が平均的で、ショ糖、デンプン含量がやや多く、硬度がやや高いグループになる。

山口から三重までは無機成分が平均的であるが、ショ糖、デンプン含量が比較的多く、硬度も高いグループである。宮崎、愛知、徳島はショ糖、デンプン、硬度があり多くなく、無機成分がやや多いグループに分けられ、先の主成分分析による分類と類似した結果が得られた。



第4図 長十郎果実の成分割合から分類した各県の散布図



第5図 クラスター分析による長十郎果実の各県別のデンドログラム

## 考 察

全国44都道府県（長野、滋賀、沖縄を除く）の長十郎ナシ果実を各地方において成熟期に達した時点でご送付いただいたが、福岡、宮崎の8月18, 19日から北海道の11月16日まで約3カ月間の収穫期間の開きがあった。しかしながら、最初に収穫した宮崎の果実は果色から判断する限り4.8で、全国平均の5.2よりも未熟果に思われ、8月25日頃が適期のように思われた。また、東北地方で最後に収穫された秋田の10月20日と北海道の収穫日との間には27日間の開きがあるため、九州から東北地方までの収穫期間としては約55日ということになる。

本実験を実施した1977年度は8月上旬から下旬にかけて、東北、関東、中部、近畿そして中国の一部で長雨があり、その影響で5~7日間熟期がおくれたため、例年に比べて若干収穫期間が長くなっているように思われる。石原（7）によれば、九州地方の8月中旬から秋田県の11月に至るまで約80日間としており、本試験の約3ヶ月に近い収穫期間になる。しかし、九州地方に未熟果がみられたことや、秋田や北海道の果実が過熟であったと報告していることを考え合せるならば約60日程度になり、本試験の約55日に近い目数になる。また、町田（13）によれば、新水は鳥取から秋田までの収穫期間が約20日、幸水は福岡、大分から秋田まで約30日間、長十郎に近い

成熟期にある豊水は福岡、熊本から秋田まで約46日間としており、本試験の8月の長雨の影響を考慮するならば近似した収穫期間になる。

本試験で果実送付を依頼するにあたり、石原（7）が行なったものと同じ大きさの約300個前後のものを希望したが、最近の長十郎果実は約350個程度のものを収穫目標にして着果量を調節しているため、平均果重として348.1gになった。しかし、長雨の影響を受けた北海道から岐阜までの果実重は353.8gであったのに対し、影響の少なかった三重から鹿児島までの果実量は326.7gで、27gの差が見られ、明らかに降雨の影響を受けていることが見られた。

その他、果径については、石原（7）が報告していると同じように、東北、北海道産の果実は縦径が横径に比べて長い腰高の果実であり、関東地方以南の果実は横径が縦径よりも長い果実が多かった。

参考までに、送付いただいた果実のなかに果底部から硬化する「石ナシ果」が認められたので、各県別に調べた結果、44県のうち28県の約64%が軽症程度の障害果であった。石原（7）の報告ではこの点について特別に触れていないが、代表的優良果として添付してある写真を見る限り福島、宮崎、静岡、朝鮮、石川の各果実は軽い「石ナシ果」のように思われた。したがって、50年前も現在も果実が硬化する「石ナシ果」は全国的規模で発生しているものと推察した。

果実中の無機成分含量は、Nが平均乾物%で0.349%，最高が香川の0.516%，最低が山形の0.233%であったが、佐藤ら（21）は0.2～0.5%，林（4）は0.4%，著者ら（8）は0.309～0.511%の報告があり、ほぼ同程度であった。また、1果中に含まれる絶対量では最高が静岡の200.7mg，最低が山形の85.5mgで、著者ら（8）が実態調査で報告した最高175.2mg，最低89.8mgよりはやや多く含まれていた。

P含量は最高が熊本の0.105%及び36.9mg，最低が静岡の0.048%，17.6mgであり、平均が0.07%，26.0mgであったが、長十郎の実態調査の結果（8）の0.155～0.096%及び56.9～27.9mgよりは著しく低い値であった。

K含量は最高が鹿児島の1.395%，最低が岩手の0.743%で、平均では1.05%であり、佐藤ら（21）の0.4～0.87%，横溝（24）の0.7～1.03%，著者ら（8）の1.26～0.863%よりは多く、猪瀬ら（6）の4.38～1.75%よりは少なかった。絶対量においては最高が鳥取の502.6mg，最低が岩手の271.1mg，平均では387.6mgであり、著者ら（8）の440.7～251.5mgよりやや多

かった。

Ca含量は最高が鹿児島の0.054%及び18.3mg，最低が神奈川の0.018%及び7.6mgで、平均では0.044%及び11.8mgであった。これは横溝（24）の0.067%，著者ら（8）の0.057～0.039%及び20.4mg～12.2mgよりは少ないが、猪瀬ら（6）の0.05～0.01%よりはやや多い値であった。

Mg含量は最高が熊本、三重の0.058%，最低が山梨の0.023%，平均では0.044%であり、絶対量では最高が広島の21.6mg，最低が山梨の8.5mgで、平均では14.1mgであった。著者ら（8）の0.05%～0.033%及び17.6～12.2mgと比較して、ほぼ同程度であった。

以上のように、果実中の無機成分含量はN及びMgがこれまで報告（4, 6, 8, 20）されている結果とはほぼ同程度であったが、西南暖地産はP及びCaが少なく、Kがやや多い傾向が見られた。それ等はK施用が糖度へ影響を及ぼすと考えられていることや、土壤改良の遅れが影響しているのかもしれない。各県におけるナシの施肥基準は10a当りN20～30, P10～17, K15～21kgとされており、大部分の試料を各県の試験研究機関から得たものであることを考え合せるならば、極端な多肥及び小肥栽培が行なわれているとは思われない。

更に、各無機成分が冷涼な地方よりも果実発育期間が短い西南暖地の果実に多く含まれていたことは、土壤条件によっても影響される面もあるが、主に気象条件、とくに気温とK及びCaが密接な関係になっているためと思われた。

つぎに、全国の全糖含量について、本調査では最高が千葉の130.66mg／新鮮重g、最低は山形の97.30mg、平均では118.11mgであったのに対し、石原（7）の調査では表示法が異なっているが最高が中国旅順の $14.319g/100g$ 日本国内では石川の13.916g、最低は長野の5.988g、平均では10.491gであり、最高値では石原の旅順ないし石川の分析値が高く、平均および最低値では本調査の方が高い値を示した。

また、還元糖について、本調査の果糖とブドウ糖とを単純に合計すると、最高が静岡の82.12mg、最低が愛媛の27.28mg、平均では51.54mgであるが、石原の調査では最高が中国旅順の7.754g、日本国内では北海道の7.291g、最低は熊本の3.24g、平均では5.003gであり、本調査の最高と最低との間の差がやや大きかったが、ほぼ同程度の結果を示していた。

シロ糖について、石原（7）は非還元糖として特別に表示していないが、全糖-還元糖で算出みると、最高は石川の9.576g、最低は秋田の0.468g、平均では

5.522%になり、本調査の最高が佐賀の60.65mg、最低が北海道の10.99mg、平均で38.28mgよりは、最高及び平均ともやや多くなっていた。

その他、ソルビトール及びイノシトールについて、石原は分析を行なっていないため比較検討することができなかったが、イノシトール含量が東北及び北海道で極めて少なかったことは特記すべき事項であろう。

これまで、各糖分ごとに石原（7）の調査結果と量的比較を主に行なってきたが、地域的特性として検討してみると、全糖、ショ糖及びイノシトールが北海道、東北及び関東の一部のいわゆる冷涼な地方で比較的少なく、中部、近畿以南の西南暖地でやや多い結果を示した。更に、果糖及び還元糖（果糖+ブドウ糖）は中部及び関東以北の冷涼な地方で多く含まれ、近畿以南ではやや少なかった。

石原（7）の報告でも、西南暖地には全糖含量が多く、その中のショ糖の含まれる割合が多く、冷涼な地方は還元糖の割合が多いとしており、本研究の結果ともほぼ一致していた。また、大沢（18）が各地で生産された中国ナン慈梨で行なった結果とも類似していた。

近藤（10）は糖分と気候との関係から岡山産と鳥取産の果実を比較して、岡山産の果実にはショ糖含量が多く、鳥取産には還元糖、とくに果糖が多く含まれると報告したが、本研究の結果でも鳥取産の果実には果糖及びブドウ糖が多く、ソルビトール及びショ糖含量は岡山産の果実にやや多く含まれており、ほぼ同様な結果であった。

以上のように、西南暖地には全糖、イノシトール及びショ糖が多く、冷涼な地方には還元糖、とりわけ果糖が多く含まれていたことは、気象要因としての気温と密接な相関が認められたことからも明らかのように、気温が雨量や日照以上に影響を及ぼしているものと推測した。

その他、デンプンは関東以北で低下する傾向を示したが、各気象要因とは相関が認められず、また、滴定酸も6月の気温と負の相関が認められたものの、7、8月の気温とは相関がなくなっている。これ等の成分は地域的特性を見出しまでは至らなかった。しかし、果実硬度については、7、8月の気温とは正の有意相関が、8月の雨量とは負の相関がそれぞれ認められており、西南暖地の果実は冷涼な地方の果実よりやや硬くなっていることが明らかとなった。

以上、糖含量や滴定酸などについて検討してきたが、それ等は施肥量や土壤条件によっても影響されることが知られている（2,5）。本研究の試料は主に試験研究機関から送付を賜ったものが多く、各県とも施肥基準の範囲で施肥されていることから考慮するならば、先の無機

成分と同様、施肥量による影響は少なかったように思われる。しかし、最近は主に化学肥料により施肥されていることが推察されるものの、50年前の有機質を主体にした施肥との間における果実品質の差異について、本試験の結果からは明らかにすることできなかった。

各都道府県別における果実の品質について、各成分の含有割合から分類することは本研究の目的とするところである。これまで、各都道府県別の無機成分及び糖含量について検討してきたが、それ等各要因を包括的に関連づけて明らかにするために、得られたデータについて主成分分析及びクラスター分析を試みた。

主成分分析では、各都道府県別に特徴づける要因として、第1主成分で無機成分が選ばれ、続いて第2主成分では両ブドウ糖、デンプン、ショ糖及び硬度であり、第3主成分では果糖、イノシトール、ソルビトール、両ブドウ糖及び滴定酸などであった。いいかえるならば、これ等順次選抜された要因は各都道府県別に特徴的に含まれていることを意味し、それ等要因から各都道府県別の果実を分類することができるということになる。たとえば、北海道、東北及び関東地方の大部分はショ糖含量に比べて果糖及びブドウ糖が多く含まれている地域であり、九州、四国及び中国地方の果実は果糖及びブドウ糖に比べてショ糖、デンプンやイノシトールが多く含まれ、果実硬度が高い地域であった。

更に、それ等の糖に無機成分を加えて分類してみるならば、果糖及びブドウ糖の多かった広島、熊本、新潟、高知などは福島、山形、岩手、石川、宮城、群馬などに比べて無機成分が多く含まれていることが判断できる。また、ショ糖やデンプン、硬度が高かった鳥取、香川、大阪、岡山、愛知、山口などは富山、兵庫、愛媛に比べて無機成分が多く含まれていることを分類することができた。

次にクラスター分析においても、各都道府県別のデンプログラム（第5図）に示したように、無機成分及び糖含量の多少から判断して、それぞれが主成分分析に類似した分類をすることができた。とくに、積率相関係数が $r=0.3$ の5%レベルの有意差を示す程度での区分では9グループに分類することができ、東北や北海道地方の果実と四国や九州地方の果実とは明らかに異なっていることが認められた。

## 摘要

全国44都道府県（長野、滋賀、沖縄を除く）産の長十郎ナシ果実を各関係研究機関のご協力により収集し、成熟期に達した果実品質について調査分析をした。更に、

分析した結果について地域的特性を明らかにするため、多変量解析により各都道府県別の質的分類を試みた。

1. 鹿児島から北海道までの成熟期間は8月中旬から11月中旬まで約3カ月間であったが、果実の熟度から判断するならば8月下旬から10月下旬まで約60日間のように思われた。

2. 全国で生産されている長十郎果実は平均で約348gあり、冷涼な地方の果実は西南暖地産よりも縦径が長い果実であった。全国44都道府県のうち28県、約64%の果実が軽症の「石ナシ果」であった。

3. 果実中の無機成分含量では、西南暖地産の各成分は乾物%及び絶対量とも冷涼な地方よりも多かった。これ等、西南暖地産の果実は冷涼な地方の果実と比較して、各成分が多く含まれていたことは、果実発育期間中の気温と密接に関係しているためであった。

4. 糖含量について、西南暖地産の果実は全糖、イノシトール及びショ糖が多く、冷涼な地方には還元糖、果糖及びブドウ糖が多くいた。これ等、各成分のうち全糖、イノシトール及びショ糖は果実発育の著しい6月～8月までの気温とは正の有意相関が、果糖とは負の有意相関が認められた。また、ソルビトールは関東、東北の一部で少なく、デンプンも関東以北で低下していたが、気象要因との関係は明らかでなかった。

滴定酸は北海道及び東北が多く、関東、中部及び近畿でやや少なかったが、気象要因との関係では6月の気温と5%レベルの負の相関のみであった。果実硬度は関東以北で低く、西南暖地になるにしたがって高まっており、7、8月の気温と正の有意相関が、8月の雨量と負の有意相関が認められた。

5. 主成分分析による要因解析では、第1主成分で各無機成分が、第2主成分ではショ糖、デンプン、ブドウ糖及び硬度が、第3主成分ではイノシトール、果糖、滴定酸及びブドウ糖の順で選び出された。これ等選抜された要因から判断して、北海道、東北及び関東の大部分の果実は果糖及びブドウ糖（還元糖）が多くなり、九州、四国及び中国地方の果実はショ糖、デンプン及びイノシトールが多く、果実硬度も高くなるという結果が得られた。さらに、糖含量に無機成分を加えて分類してみると、冷涼な地方よりも西南暖地の果実に無機成分が多く存在しており、地域的に分類をすることができた。

クラスター分析でも9グループに分類することができ、主成分分析とほぼ類似した結果が得られた。

## 引用文献

- Archbold, H. K. 1932. Chemical studies in the physiology of apples. XI. Ripening processes in the apple and the relation time of gathering to the chemical changes in cold storage. Ann. Bot. 46:407-459.
- 遠藤融郎. 1973. 和梨果実の日肥大周期に関する研究. 広島果試特別報告. 第1号. 1-126.
- Fidler, J. C., and C. J. North. 1970. Sorbitol in storaged apples. J. Hort. Sci. 45:197-204.
- 林 真二. 1961. 日本梨果実の発育に関する研究. 鳥取大学農学部園芸学研究室. 1-137.
- 猪瀬敏郎. 1967. ナシ栽培新書. 養賢堂.
- ・井上四郎・大友忠三・向井武勇・伊丹清 奥野 隆. 1977. 石ナシに関する研究. 埼玉園試研究報告. 6:1-35.
- 石原三一. 1926. 本邦各地産梨「長十郎」果実の比較調査成績. 園芸試験場報告. 7:1-35.
- 川俣恵利・都田紘志. 1976. ナシ園における生理障害果の発生実態とその要因解析. 東京農試研究報告. 9:15-33.
- ・1977. ガスクロマトグラフィーによる果実類の糖構成に関する研究. 東京農試研究報告. 10:53-67.
- 近藤金助. 1929. 生食品の化学(第3報). 梨果の成分と気候. 農化. 5:911-917.
- ・鈴木正之・島田勝吉. 1929. ——. 梨果の糖分に就て. 農化. 5:918-920.
- 草場栄喜. 1911. 実用果樹園芸学. pp. 320-344. 六盟館.
- 町田 裕. 1978. “新水”、“幸水”、“豊水”における収穫期の地域的差異ならびに果実生育期間と気温との関係について. 昭和53年度園芸学会秋季大会研究発表要旨. 118-119.
- 水野 卓・金兵忠雄. 1963. 茶葉の澱粉定量について. 食品工誌. 10:216-223.
- 農林省果樹試験場編集. 1978. 昭和52年度落葉果樹試験研究打合せ会議資料. 品種関係. 79-180.
- 奥野忠一・久米 均・芳賀敏郎・吉沢 正. 1971. 多変量解析法. pp. 159-257. 日科技連.
- ・芳賀敏郎・矢島敬二・奥野千恵子・橋本茂司・古河陽子. 1976. 統多変量解析法. pp. 115-237. 日科技連.
- 大沢仲三. 1936. 本邦各地に産せる支那梨慈梨の果実に関する調査成績. 園芸の研究. 32:137-150.
- 応用統計ハンドブック編集委員会編. 1978. 応用統

- 計ハンドブック. pp.318-431. 養賢堂.
20. 佐々木生雄・佐藤雄夫・鈴木継明. 1973. 二十世紀  
ナシ園土壤の実態とユズ膚の発生原因. 福島園試研  
究報告. 4: 11-23.
21. 佐藤公一・石原正義・金戸橋夫・町田 裕. 1959.  
チッ素, リン酸, カリの施用がナシの生長, 葉および樹体成分ならびに果実の品質に及ぼす影響(肥料  
試験). 農技研報告. E(園芸). 9: 195-213.
22. Sweeley, C. C., R. Bentley, M. Makita,  
and W. W. Welles. 1963. Gas-liquid  
chromatography of trimethylsilyl derivatives  
of sugars and related substances. J. Amer.  
Chem. Soc. 85: 2497--2507.
23. 田崎桂一郎. 1927. 果樹肥料論. pp.286-326.  
成美堂書店.
24. 横溝 久. 1974. 果樹の水, 砂耕法による無機栄  
養に関する研究Ⅲ. 水耕液中のCa欠陥がニホンナ  
シ結実樹の生育に及ぼす影響. 果樹試報. A.  
1: 79-92.