HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	テンサイ収量形質の年次変動並びに気象要因との関係
Author(s)	黒沢, 厚基; 斎藤, 英俊; 木下, 俊郎
Citation	北海道大学農学部邦文紀要, 15(4), 363-370
Issue Date	1987-10-31
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/12079
Type	bulletin (article)
File Information	15(4)_p363-370.pdf

Instructions for use

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

テンサイ収量形質の年次変動並びに気象要因との関係

黒沢厚基*・斎藤英俊*・木下俊郎
(北海道大学農学部作物育種学教室)
(*日本甜菜製糖株式会社総合研究所)

(昭和62年6月1日受理)

Yearly Fluctuation of Yielding Characters and the Influence of Meteorological Factors in Sugar Beet Cultivars

Koki KUROSAWA*, Hidetoshi SAITOH*
and Toshiro KINOSHITA
(Plant Breeding Institute, Faculty of Agriculture,
Hokkaido University, Sapporo, 060 Japan)
(*Research Center, Nippon Beet Sugar Mfg. Co., Ltd.,
Obihiro, 080 Japan)

緒　言

テンサイは寒地作物の一つであり，北海道においては水稲や豆類に比べて収量の安定性が高いといわれている[5]。すなわち，2年生作物であるテンサイでは砂糖原料としての収穫部位は1年目の根部であり，栄養生長の過程のみが生産の対象となる。したがって，寒地における短い農耕期間中に栄養生長と生殖生長の過程を経ねばならない水稲や豆類に比べて，環境条件による影響を受けることが少ないものと考えられる。しかしながら，年次または地域によって生ずる根重や糖量の変動は必らずしも小さいものとはいえない。

テンサイの生育において年次変動をもたらす要因として気象条件と栽培条件の二つがある。毎年同一の栽培方法を実施することにより，栽培条件についてはその変動を少なくすることが可能であるから，年次の違いによる気象条件の影響をより正しく検定できることになる。これまでにもテンサイの生育における年次変動や各種の環境条件に対する反応，あるいは地域適応性に関する報告がなされているが，その多くは年次の違いなどによる影響の中に栽培条件による違いが混同された結果となっている。そこで本報では圃場および栽培条件を毎年できるかぎり斉一にした上で，テンサイの生育特性の異なる3品種を用いて，主要な農業形質の年次変動を解析した。

材料および方法

1) 実施場所　帯広市上清川町　日本甜菜製糖株式会社清川農場
2) 実施年次　1975年より1984年迄10年間
3) 土性土質　火山性砂壌土
4) 供試品種　根重型品種として，「カーベメガモノ」，中間型品種として，「モノホープ」，糖分型品種として，「ツモ」を供試した。
5) 施　　肥　10a当り要素量 N : 16 kg, P_2O_5 : 20 kg, K_2O : 16 kg
6) 試験設計　3×3ラテン方格法2反復，1区面積93 m^2，畦幅50 cm，株間28 cm，1区31畦，株立本数10a当り7,143本。
7) 栽培方法　1筆の圃場を4等分して4年輪作を行なう移植栽培によった。播種は毎年4月1日，移植は年により数日異なったが，おおむね5月上旬に実施した。その他の栽培管理は一般慣行法に従った。なお，供試種子は3品種共，毎年同一採種年次の種子を使用した。
8) 調査方法　5月30日より10月20日迄10日間隔で1区25個体，1品種150個体について抜き取り調査を実施した。抜き取ったテンサイは直ちに最下葉痕跡部の位置で切断し，茎葉部はそのまま，根部は水洗後に重量を測定した。根中糖分の測定には冷水浸

出法 (Sachs-Le Docte 法) によった。

気象資料は帯広測候所の観測値を使用した。

結果および考察

前述のように栽培試験は1975年より1984年迄10年間にわたって実施したが，1983年は生育初期に障害を受けて精度が著るしく低下したために除外したので，統計解析に用いたのは9年間のデータである。

Table 1 には10月20日の調査日における主な形質を9年間の平均値により示した。分散分析の結果，根重では品種間に有意差がみられなかったが，根中糖分，糖量および茎葉重ではいずれも1%水準で有意差が認められた。

Figs. 1～4 には根重・根中糖分・糖量・茎葉重について供試3品種の9年間における推移を示した。根重 (Fig. 1) および糖量 (Fig. 3) は年次間で品種の順位が一定ではなかったが，根中糖分 (Fig. 2) および茎葉重 (Fig. 4) では9年間共品種の順位は一定で，かつ品種間

Table 1. Average of four characters* during nine years

	Kawemegamono	Monohope	Zumo
Root weight (g/plant)	672	693	690
Sugar content (%)	17.06	17.33	17.91
Sugar weight (g/plant)	115	120	124
Top weight (g/plant)	592	756	499

* Survey on October 20th in each year.

Table 2. Coefficients of variation on four characters during nine years

	Kawemegamono	Monohope	Zumo
Root weight	10.2	8.9	11.7
Sugar content	2.5	2.5	3.6
Sugar weight	12.0	10.5	14.3
Top weight	20.8	14.3	26.2

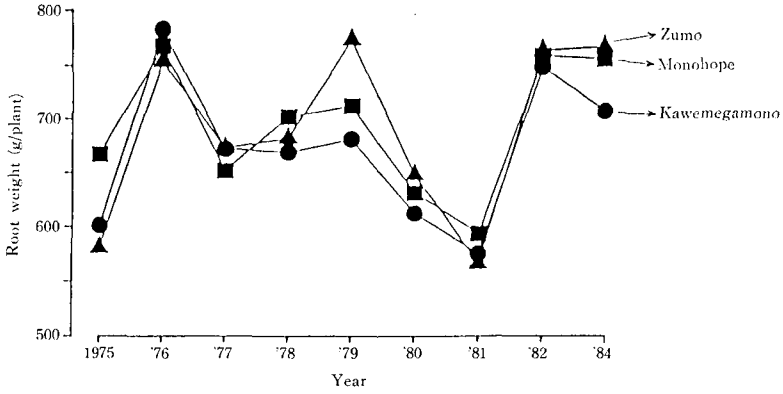

Fig. 1. Yearly fluctuation of root weight in the three cultivars.

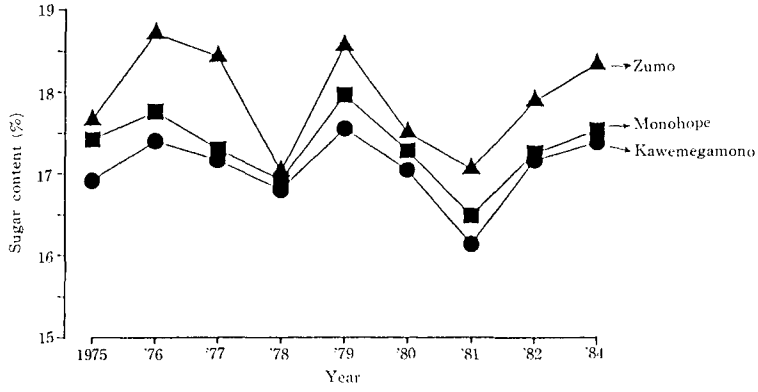

Fig. 2. Yearly fluctuation of sugar content in the three cultivars.

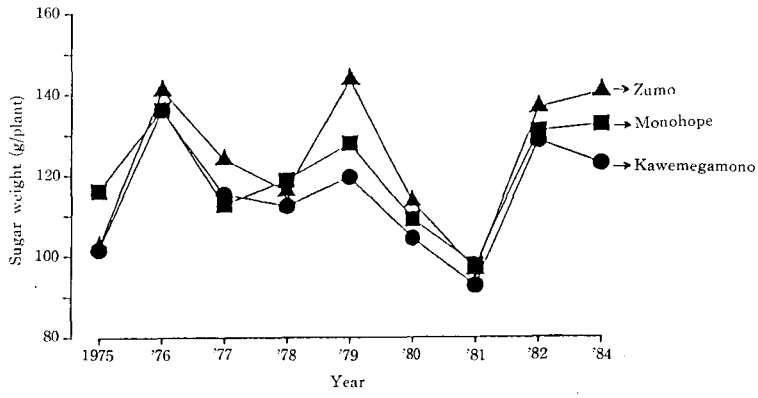

Fig. 3. Yearly fluctuation of sugar weight in the three cultirars.

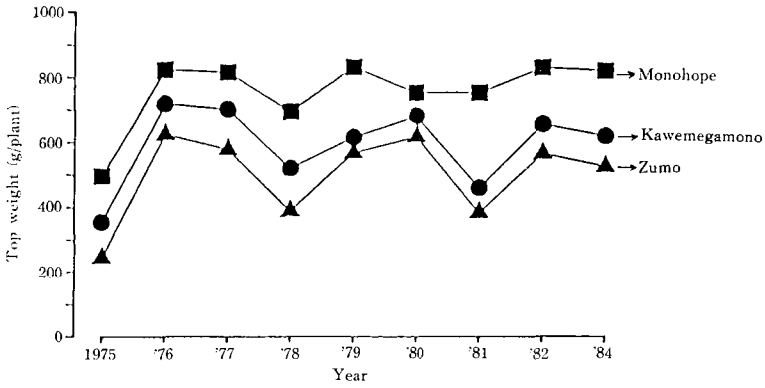

Fig. 4. Yearly fluctuation of top weight in the three cultivars.

差も明らかであり，根重および糖量に比べると，品種間における関係が安定していた。すなわち，根中糖分は「ツモ」>「モノホープ」>「カーベメガモノ」の順であり，茎葉重は「モノホープ」>「カーベメガモノ」>「ツモ」の順であった。

年次変動を示す指標として各品種の主要形質についての変動係数を Table 2 に示した。表から明らかなように，とりあげた形質の中では，3品種共根中糖分の変動係数が極めて小さかったことから，他の形質に比べ安定した形質であるといえよう。根重は茎葉重に比べ，いずれの品種においても変動係数が 1/2 程度であり，茎葉重に比べると安定していた。茎葉重は前記のように品種特性としては安定していたものの年次変動は大きかった。

品種別に変動係数をみると，いずれの形質でも「モノホープ」が最も小さく，「ツモ」が最も大きかった。これより「モノホープ」は他の2品種に比べて最も安定した生育を示す品種といえよう。三分一ら[7]によれば，「モノホープ」に遺伝的に近い関係にある「モノヒカリ」は場所又は栽培法による反応が他の栽培品種に比べて安定していた。これらのことより「モノホープ」は環境条件の変動に対して安定した生育を示すような遺伝的特性をもつといえよう。

西ドイツのてん菜研究所においても長年の間，同一品種を同一栽培条件下で試験しているので[2]，その結果の一部を筆者の結果と比べて Table 3 に示した。同研究

Table 3. Comparison between coefficients of variation obtained in Obihiro and Goettingen*

	Obihiro "Kawemegamono"	Goettingen* "Kawepoly"
Root whight	10.2	8.0
Sugar content	2.5	4.9
Sugar weight	12.0	10.6
Top weight	20.8	26.4

* In Germany. Quoted from Beiss and Winner (1985).

所における成績では品種が「カーベボリ」で，16年間の試験結果であり，試験方法は本報と異なっているが，各形質の変動係数は本報の結果に近い値が得られている。すなわち，根中糖分の変動係数は4.9%で他の形質より極めて小さく，根重の変動係数も8.0%で茎葉重の26.4%に比べてかなり小さかった。このように栽培環境が大きく異なっても形質の変動の様相が共通していることは興味深い結果であった。

試験方法において記したように本試験は1筆の圃場を4等分して，毎年同一の栽培条件の下で実施した結果である。したがって，各調査形質の年次変動の殆んどは環境条件，すなわち気象条件に基因するものと考えてよい。変動の要因としての気象条件と調査形質の関係を以下に詳しく検討する。

月別の気象要因と調査形質の値との1次相関についてみると，根重 (Table 4) ではいずれの品種も各調査月において気温と有意な相関はみられなかった。しかし，日照時間では「カーベメガモノ」の7月で正の相関がみられ，5%水準で有意であった。降水量とは3品種共8月で負のやや高い相関がみられ，8月の多雨は根重を低下させることが示された。根中糖分 (Table 5) では3品種共に気温，日照時間のいずれについても有意性のある相関はみられなかったが，降水量では「カーベガモノ」と「モノホープ」で8月，「ツモ」では6月に比較的高い負の相関があり，それぞれの時期の多雨は根中糖分の低下をもたらすことが推測される。糖量 (Table 6) については，3品種共根重および根中糖分で負の相関がみられていた8月の降水量についてやや高い負の相関が認められた。茎葉重 (Table 7) についても気温および日照時間では有意性のある相関はみられなかったが，降水量とは生育初期から中期にかけての5月，6月，7月でやや高い負の相関がみられた。特に「ツモ」では5月の相関係数が −0.844 と高く，6月，7月もそれぞれ −0.684，−0.670 と比較的高い相関がみられた。この時期の多雨は茎葉重の生育を低下させると考えられる。

各生育時期の気象との関係をさらに詳しくみるために

Table 4. Correlation coefficients between root weight and three weather factors in each month

Root weight	Air temperature			Sunshine hours			Precipitation		
	Kawe-megamono	Monohope	Zumo	Kawe-megamono	Monohope	Zumo	Kawe-megamono	Monohope	Zumo
May	.472	.341	.241	.553	.265	.433	−.283	−.066	−.465
June	.118	.312	.451	.224	.295	.532	−.482	−.302	−.583
July	.067	.112	−.102	.690*	.546	.490	−.451	−.285	−.553
Aug.	.009	.307	.061	−.002	.287	.277	−.681**	−.779*	−.783*
Sep.	−.276	−.079	−.257	−.178	−.136	.064	.148	−.078	.023
Oct.	−.037	−.180	.143	.119	−.105	−.185	.085	.240	.305

*, ** Significant at the 5% and 1% levels, respectively. Same in the following tables in this paper.

Table 5. Correlation coefficients between sugar content and three weather factors in each month

Sugar content	Air temperature			Sunshine hours			Precipitation		
	Kawe-megamono	Monohope	Zumo	Kawe-megamono	Monohope	Zumo	Kawe-megamono	Monohope	Zumo
May	.241	.183	.069	.142	.030	.244	−.379	−.305	−.358
June	.425	.299	−.037	.395	.194	.016	−.574	−.413	−.737*
July	−.297	−.408	−.302	.224	.188	.271	−.234	−.100	−.167
Aug.	−.097	−.115	−.235	.239	.326	.125	−.890**	−.780*	−.660
Sep.	.139	.216	.069	−.376	−.505	−.432	−.214	−.137	.126
Oct.	.146	.266	.233	−.383	−.615	−.429	.306	.488	.267

Table 6. Correlation coefficients between sugar weight and three weather factors in each month

Sugar weight	Air temperature			Sunshine hours			Precipitation		
	Kawe-megamono	Monohope	Zumo	Kawe-megamono	Monohope	Zumo	Kawe-megamono	Monohope	Zumo
May	.446	.323	.206	.506	.237	.416	−.318	−.130	−.469
June	.174	.321	.350	.258	.281	.426	−.525	−.352	−.655
July	−.003	−.003	−.161	.638	.509	.470	−.434	−.269	−.496
Aug.	−.015	.227	−.010	.046	.320	.263	−.748*	−.828**	−.793*
Sep.	−.216	−.028	−.201	−.225	−.229	−.051	0.97	−.080	.064
Oct.	.002	−.082	.182	−.181	−.239	−.266	.136	.321	.323

Table 7. Correlation coefficients between top weight and three weather factors in each month

Top weight	Air temperature			Sunshine hours			Precipitation		
	Kawe-magamono	Monohope	Zumo	Kawe-megamono	Monohope	Zumo	Kawe-megamono	Monohope	Zumo
May	0.30	−.045	.122	.422	.502	.574	−.659	−.593	−.844**
June	.363	.176	.222	.578	.596	.419	−.710*	−.631	−.684*
July	−.086	−.068	−.325	.105	.145	.093	−.563	−.515	−.670*
Aug.	−.390	−.142	−.645	−.181	−.109	−.311	−.320	−.113	−.151
Sept.	−.332	−.389	−.456	.264	.587	.182	.067	.172	.199
Oct.	.255	.338	.443	.111	.235	−.024	−.171	−.051	−.184

Table 8. Correlation coefficients between root weight and three weather factors in the definite ten days of each month

	Kawemegamono	Monohope	Zumo
Air temperature			
The first third of Oct.	−0.595	−0.717*	−0.630
Sunshine			
The first third of July	0.845**	0.889**	0.744*
Precipitation			
The middle third of June	−0.863**	−0.817**	−0.776*
The last third of July	−0.595	−0.352	−0.702*
The middle third of Aug.	−0.536	−0.578	−0.807**

各旬別の気象条件と主要形質間で有意性のみられた相関係数を Table 8～11 に示した。根重 (Table 8) については，「モノホープ」では10月上旬に負の，日照時間とは3品種共に7月上旬でいずれも正の高い相関がみられた。降水量とは3品種共に6月中旬にいずれも負の相関が高く，さらに「ツモ」では7月下旬，および8月中旬でも高かった。根中糖分 (Table 9) では，気温とは3品種共7月中旬に負の相関が高く，日照時間とは5月下旬に正の相関がみられ，「ツモ」では5% 水準で有意性がみられた。降水量とは根重の場合と同様にいずれも負の相関で，5月下旬では3品種共に，6月上旬では「ツモ」で，8月上旬では「カーベメガモノ」において，いずれも有意な相関がみられた。糖量 (Table 10) では，日照時間とで3品種共に7月上旬で高い正の相関がみられ，降水量とは3品種共に6月中旬において，「モノホープ」ではさらに8月上旬に，「ツモ」では7月下旬と8月中

Table 9. Correlation coefficients between sugar content and three weather factors in the definite ten days of each month

	Kawemegamono	Monohope	Zumo
Air temperature			
The middle third of July	−0.795**	−0.826**	−0.706*
Sunshine			
The last third of May	0.588	0.633	0.684*
Precipitation			
The last third of May	−0.755*	−0.786*	−0.789*
The first third of June	−0.500	−0.484	−0.747*
The first third of Aug.	−0.727*	−0.645	−0.392

Table 10. Correlation coefficients between sugar weight and two weather factors in the definite ten days of each month

	Kawemegamono	Monohope	Zumo
Sunshine			
The first third of July	0.816**	0.836**	0.687*
Precipitation			
The middle third of June	−0.830**	−0.740*	−0.736*
The last third of July	−0.605	−0.369	−0.696*
The first third of Aug.	−0.570	−0.678*	−0.495
The middle third of Aug.	−0.569	−0.597	−0.799**

Table 11. Correlation coefficients between top weight and precipitation in the definite ten days of each month

	Kawemegamono	Monohope	Zumo
Precipitation			
The middle third of May	−0.694*	−0.646	−0.810**
The last third of June	−0.754*	−0.571	−0.866**
The middle third of July	−0.678*	−0.577	−0.727*
The last third of July	−0.829**	−0.762*	−0.870**

旬にそれぞれ有意な相関があった。茎葉重 (Table 11) では，降水量とのみ有意性のある相関関係がみられ，「カーベメガモノ」および「ツモ」が「モノホープ」に比べて高い負の相関を示すことが多かった。

以上の結果より，根重については，5月および6月の気温の高いこと，さらに7月迄，特に7月上旬の日照の多いことが3品種共に収穫期の根重を増加させることが明らかとなった。一方降水量，特に生育初期から中期にかけての多雨は根重の低下をもたらすことが明らかとなり，この傾向は「ツモ」において顕著であった。

根中糖分については，いずれの品種でも7月中旬の気温および生育初期から中期にかけての降水量が糖分低下に関係しており，5月下旬から6月中旬の日照の多いことは糖分向上と関係することが明らかにされた。これらの結果は松崎ら[6]の結果ともほぼ一致している。

気象条件と主要形質との関係では，降水量との間に高い負の相関のみられる場合が多く，これがテンサイの生育における年次変動をもたらす主な要因となっていると考えられる。本報では主要形質と気象条件との関係を単相関のみにより解析したが，島本ら[9]の指摘するように

気温，日照時間，降水量の気象条件は互いに独立な条件とは考えられないので，これらの諸条件の間の関係を含めた綜合的な解析を進める必要があろう。

摘　要

テンサイの根重，糖分，糖量および茎葉重に関して，テンサイの根重型，糖分型および中間型をそれぞれ代表する3品種を供試して，主として気象によると見做される年次変動を明らかにし，さらにそれを引起こす気象要因についても検討した。

1. 根重は年次により品種の順位は一定でなかったが，根中糖分，糖量，茎葉重における順位はほぼ一定していた。

2. 3品種共，年次間の変動係数は根中糖分では小さく，茎葉重では大きかった。いずれの形質でも「モノホープ」の変動係数は小さかったが，ツモの変動係数は大きく，「カーベガモノ」が中間であった。

3. 5月から6月の気温が高いこと，および生育初期より7月上旬迄多照であることにより3品種共に収穫期の根重が増大した。生育初期から中期の多雨は根重を低下させ，この傾向は「ツモ」において顕著であった。

4. いずれの品種でも7月中旬の高温および生育初期から中期の多雨は根中糖分を低下させた。「カーベメガモノ」と「モノホープ」では8月，ツモでは6月の多雨と負の相関が高かった。生育初期の多照は高糖分をもたらした。

5. 糖量では3品種共7月上旬の多照と高い正の相関がみられた。生育中期迄の多雨は糖量の低下をきたした。特に「カーベガモノ」では6月中旬，「ツモ」は8月中旬の多雨の影響が強かった。

6. 茎葉重は気温および日照時間とは有意な相関がみられず，生育中期迄の降水量と高い負の相関が認められた。特に「カーベメガモノ」，および「ツモ」では多雨により茎葉重が顕著に低下した。

7. 主要形質の年次変動をもたらす最大の気象要因としては，生育初期から中期にかけての降水量があげられる。

引 用 文 献

1. AKESON, W. R.: Relationship of climate and sucrose content of sugarbeet roots. J. Am. Soc. Sugar Beet Tech. **21**: 27-40. 1981
2. BEISS, U. und WINNER, C.: Ertragsbildung und Qualität der Zuckerrübe im Verlauf des Wachstums. Ein Beitrag zur Ertragsprognose. Zuckerindustrie. **110**: 199-208. 1985
3. 林　孝道・中島淳吉・堤　忠宏： てん菜の品種と環境要因との関係．てん菜研究会報，**20**: 31-38. 1978
4. 黒沢厚基・斎藤英後： テンサイ生育型の解析に関する研究．第5報　品種の生育型について，てん菜研究会報，**26**: 44-49. 1984
5. KUWAHARA, T.: Some statistical data of sugar beets in Hokkaido. Chiefly on the flexibility and the correlation of yield to weather factors. Bull. Sugar Beet Res. 5. 1969
6. 松崎康範・吉田俊幸・三分一敬： 気象要因とテンサイの生育および収量．てん菜研究会報，**25**: 63-68. 1983
7. 三分一敬・松崎康範・吉田俊幸・築島　昇・黒沢厚基・堤　平・向山　薫・荒　啓・佐古敬一： てん菜の栽培および環境条件に対する反応の品種間差，1. 場所および窒素施用量と栽培密度の組合せ処理の反応に対する回帰分析．てん菜研究会報，**23**: 1-6. 1981
8. 三分一敬・松崎康範・吉田俊幸・佐古敬一・菅原寿一・黒沢厚基： てん菜の栽培および環境条件に対する反応の品種間差異，2. 品種間分散および処理間分散の変動，てん菜研究会報，**25**: 158-163. 1983
9. 島本義也・細川定治： てん菜品種の環境適応性に関する研究，V. 地域間の気象要因の差異に対する反応の品種間差異，てん菜研究会報．**13**: 159-165 1971
10. 富山信夫： てん菜糖分に対する品種・栽培・気象条件の影響程度に関する考察．—北糖地区の実態に基づいた—（第2報）．てん菜研究会報，**19**: 223-230. 1975
11. 柘植正徳・林　孝道・中島淳吉： テンサイの収量と生育初期の気象条件との関係．てん菜研究会報，**24**: 69-74. 1982
12. 吉田俊幸・松崎康範・山口辰一郎・三分一敬： てん菜の地域適応性解析，2. 回帰分析による主要形質の安定性の推定，てん菜研究会報，**22**: 95-100. 1980

Summary

The yearly fluctuation of the four important characters in the three cultivars, Kawemegamono (root type), Zumo (sugar type) and Monohope (intermediate type) were investigated from 1975 to 1984. In addition, the influence of weather factors such as temperature, sunshine and precipitation on the agronomic characters were examined. Re-

sults obtained are summarized as follows:

1. The order of ranking in the three cultivars was irregular for root weight, whereas the sugar content, sugar weight and top weight were relatively stable throughout the study.

2. Coefficients of variation over the years were lowest for the sugar content, while that for top weight was the largest in all three cultivars. For most of the characters, the coefficients in "Monohope" were smaller than those in "Kawemegamono" and "Zumo".

3. There was a tendency that root yield of the three cultivars increased due to the relatively high air temperature in May and June and an abundant sunshine in the beginning of growth period. On the other hand, root yield decreased with excessive precipitation from the beginning to middle of the growth period. This tendency was especially prominent in "Zumo".

4. High air temperature in the middle of July and excessive rain from the beginning to the middle of growth period caused a reduction in the sugar content for all cultivars. High negative correlations were observed between the sugar content and precipitation during August in "Kawemegamono" and "Monohope", while in "Zumo" the correlation was highest in June. Abundant sunshine in the beginning of the growth period was positively correlated with the high sugar content.

5. Sugar weight was correlated with abundant sunshine in the beginning of July. Heavy precipitation from the biginning to the middle of the growth period caused a reduction in the sugar yield in all three cultivars. High precipitation had a great influence on the sugar weight in "Kawemegamono" and "Zumo" during mid June and mid August respectively.

6. The influence of the air temperature and sunshine was not correlated with the top weight, while negative correlations were observed between the top weight and precipitation from the beginning to the middle of the growth period. Top weight in "Kawemegamono" and "Zumo" decreased remarkably by much rain during the growth period.

7. The amount of precipitation from the beginning to the middle of the growth period was a principal factor which caused the yearly fluctuation in the four agronomic characters tested.