

# 廿世紀梨樹の異常葉出現に関する生理学的研究 (第 1 報)

高馬 進・中山 昌明※

Susumu KŌMA and Masaaki NAKAYAMA

Physiological Studies on the Appearance of Abnormal Leaves on  
Nijisseiki Pear Trees.

## ま え が き

火山灰土壌に深耕を行い、多量の有機物を施して廿世紀梨樹を定植し以後 2~3 年従来の仕立法による主枝の取扱いを行わずに主枝の旺盛な伸長を図るため各主枝を支柱によって真直ぐに誘引した場合に、普通 3 年~4 年目、時には 2 年目新梢の 7~8 葉目から数葉バイラス類似の症状をした葉（細形で鋸歯深く且つ捻れた異常葉）が発生し、著しい場合はこれ等奇形葉が数枚展葉したのみで伸長を停止する。（写真 I, II 参照）軽症な場合はその後再び伸長を始めるが、何れにしても主枝間に高低の差がひどく主枝構成上不利である。か様な部分は亜主枝の発生が悪く又発生した結果枝に結実した果実には果点がなく、すべすべしている上に縦縞の様なものが現れ商品としての価値を下げている。

か様な奇形葉の発現は Virus 病に感染したために起る場合と、樹体内部の生理的变化によって起る場合とが想像されるので、今回後者について調査した結果を報告し、将来奇形葉防止の研究に参考ともなれば幸である。



(I) 廿世紀梨樹の桃沢式仕立法定植 4 年目で春棚付けする。



(II) 6 年生廿世紀梨樹の異常葉の出現した発育枝（長野県）

## 実験材料と実験方法

梨樹が発芽展葉する 4 月 30 日より約 2 週間おきに新梢の先端約 5cm を各区 20 本づゝ採収して葉と茎に区分し秤量後、乾燥粉末として体内成分含量を調べた。供試樹は奇形葉の多い桃沢式新仕立法を行った 4 年生樹と従来に関東式仕立法を行った約 20 年生梨樹の徒長枝を用いた。

窒素 ケルダール法により定量

磷酸 モリブデック法による

（京大農芸化学教室編；農芸化学実験書上巻 P 83~84 参照）

加里 ベックマン光度計による。標準液は KCl を用い分解は湿式法によった。

カルシウム 容量法による。（京大農芸化学教室編；

※ 信州大学農学部園芸学研究室

農芸化学実験書上巻 P 108~109)  
還元糖 レーマンマカンスクール法による。

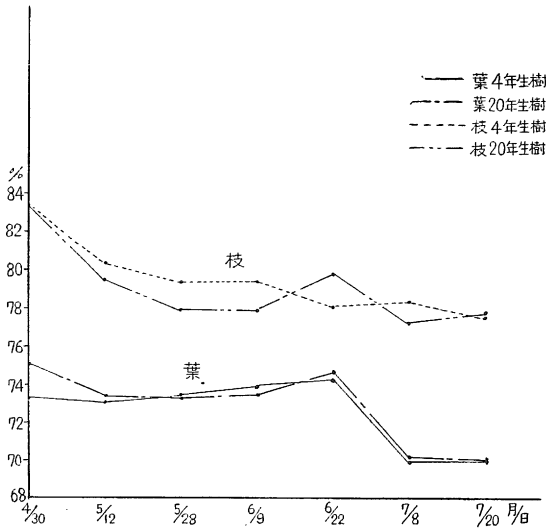
### 実験結果

#### 実験 (I)

##### 1. 水分含量

葉及び新梢先端部に含まれる水分含量は 第一図の通りである。

第1図 葉及び枝梢の水分含量

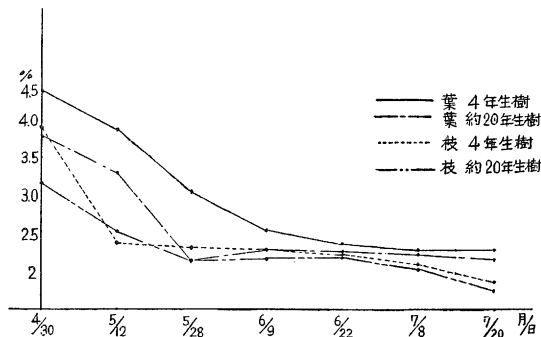


新梢の水分含量は 6月上旬頃までは 4年生樹の方が高いが、その後は明らかな傾向は不明である。葉内水分含量は 5月中旬まで及び 6月下旬以後や、20年生樹の方が高い傾向が見えるが、6月上旬では 4年生樹の方が逆に高い。

##### 2. 全窒素含量

葉及び新梢先端部に含まれる全窒素は 第2図の通りである。

第2図 葉及び枝梢の全N含量 (乾物%)

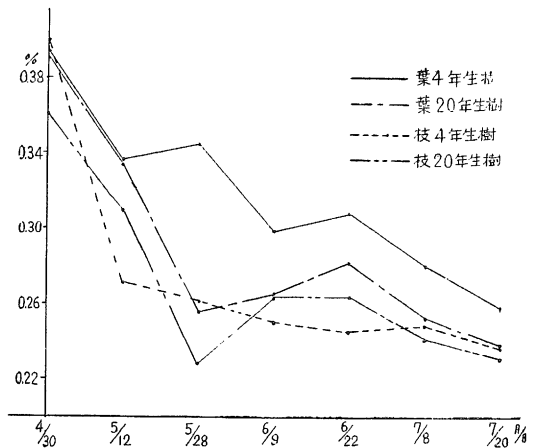


葉内全 N 含量は 6月下旬～7月上旬頃には略一定になるが、幼木が成木よりやや多い。4月下旬より 5月下旬までは幼木の方が遙かに高く、6月上旬までは 幼木の葉内 N 含量の低下が著しく、この頃には 4年生樹と約 20年生樹との差異が少くなっている。新梢内 N 含量は葉内 N 含量より少ないが、減少傾向は葉内 N 含量と異なり 4年生樹、約 20年生樹共に漸減を示している。なお全 N 含量は葉及び新梢共に 4年生樹の方が約 20年生樹より高い。異常葉は 6月上旬頃より出現して 7月上旬には再び正常葉が展葉するものもある。

##### 3. 燐含量

葉及び新梢に含まれる 燐含量は第3図の通りである。

第3図 葉及び枝梢の P 含量 (乾物%)



新梢の伸長初期における葉内燐含量は比較的高く、その後 5月中旬まで幼木と成木との間に差異は認められないが、5月下旬より 7月中旬まで 4年生樹の方が 20年生樹よりはるかにその含量が多い。

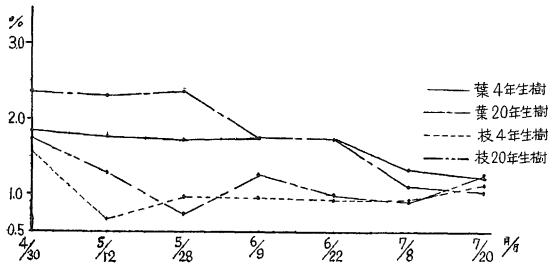
新梢に於いても伸長初期に 4年生樹の燐含量が高いが、4年生樹では 5月中旬、約 20年生樹では 5月下旬に急減している。5月下旬には 4年生樹新梢が約 20年生樹新梢より燐含量が高い様であるが、6月上旬には逆に逆になっている。

##### 4. 加里含量

葉及び新梢に含まれる 加里含量は 第4図の通りである。

4年生樹の葉内加里含量は 4月 30日の展葉期から 5月下旬までは約 20年生樹に比し著しく少ないが、その後異常葉の発生する 6月上旬から 6月中旬までは殆ど差異がなく、回復期である 7月に入って遙かに 4年生樹の方が高い。然るに新梢においては 葉と同様 5月下旬頃まで 4年生樹の方の含量が低い、6月上旬も尚低くその後は殆

第4図 葉及び枝梢の K 含量 (乾物%)



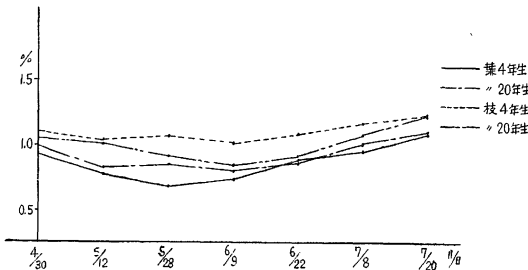
ど変化がない。

更に7月8日(異常葉の恢復期)に採集した正常な硬化葉の加里含量は1.35%であるのに対し、異常硬化葉は1.67%で、後者の加里含量が高いことは新梢の先端の柔い葉と全様の傾向である。

### 5. カルシウム含量

葉及び新梢に含まれる Ca 含量は第5図の通りである。

第5図 葉及び枝梢の Ca 含量 (乾物%)

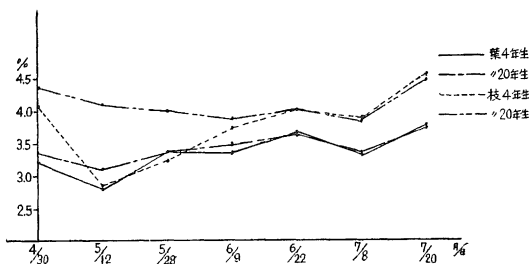


展葉初期における新梢の Ca 含量は4年生樹が20年生樹よりやや多いが、葉では逆の傾向が見える。即ち4年生樹では20年生樹に較べ新梢から葉への Ca の転流が円滑でなく、異常葉の現れる直前の5月下旬には葉内 Ca 含量が少い。その後軽度の異常葉が恢復して正常に近い葉の出る7月上旬にはその差が少なくなっている。

### 6. 還元糖含量

葉及び新梢に含まれる還元糖含量は第6図の通りである。

第6図 葉及び枝梢の還元糖含量 (乾物%)



葉においては展葉初期の4月下旬から5月中旬に、4年生樹が20年生樹に較べてやや還元種の含量は低いが、その後は変化がない。新梢においては5月下旬まで4年生樹の方が低いが、その後異常葉の発生する6月上旬以後は殆ど変化がない。

実験(II) 奇形葉が恢復して伸長開始する7月上旬(7月8日)における硬化した葉の化学的組成含量。

以上は硬化しない新梢先端部の葉について分析を試みたが、今回7月上旬に新梢の基部より10~13枚目の硬化した葉を採取し N, P, K, Ca, の含量を測定した結果は次の様であった。

第1表 恢復期(7月8日)における硬化した異常葉の肥料成分含量(乾物重%)

	N	P	K	Ca
正常な硬化葉	2.07	0.202	2.58	1.36
異常な "	2.19	0.225	3.20	1.02

異常葉を出した枝が恢復して正常な葉を展葉する頃、上述の様に成長硬化した異常葉を採取し、異常葉を出さない新梢から硬化した正常葉を採取して分析し比較してみると、

第1表の様に異常硬化葉は N, P, K, 共に正常葉よりその含量が高いのに Ca 含量は低い。この傾向は第2, 3, 4, 5図の如く新梢の先端の若葉でも同様であった。

実験(III) 蛋白態N及びアムモニヤ態N含量

異常葉には正常葉に比べてN含量が多かったので、この全N中には蛋白を構成するNでなく、アムモニヤ態Nの含量が多いことが想像されるので、翌年採集時期がややおそかったが、7月1日に異常葉を40~50枚採取してアムモニヤ態N及び蛋白態Nを定量した。

NH<sub>3</sub>-Nの定量装置は奥田東著栄養生理実験書により、約150gの生葉を直ちに細断して大形鉢ですりつぶし(5分以内に)その試料60gを正確に秤量して速かに1ℓ入りの枝つきフラスコに取り、蒸留水を加えて500ccとし、これに過剰のCa(OH)<sub>2</sub>(50cc)を加え、500Wの電熱器上にて約40分間加熱 1/20 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 受器中に蒸溜し、1/40 N NaOHで滴定した。蛋白-Nの定量は試料1gに水200ccを加え湯煎上で20分間加熱して蛋白を凝固し、これを濾紙上に傾斜して濾過し、濾紙上を60~70°Cの湯で洗滌して濾紙と共に Ostwald の装置によりNの定量を行った。その結果は第2表の通りである。

第2表 7月1日における異常葉の蛋白態Nとアンモニア態Nの含量(乾物重%)

	水分含量	全窒素	蛋白態窒素	非蛋白態窒素	アンモニア態窒素	全糖
5年生樹の異常葉(附属農場)	67.75	1.900	1.821	0.079	0.0034	5.832
〃 正常葉( 〃 )	67.25	1.736	1.706	0.029	0.0019	6.429
〃 異常葉(農 家)	69.00	2.174	2.048	0.126	0.0036	4.800
〃 正常葉( 〃 )	67.50	2.002	1.927	0.075	0.0020	6.350
21年生の正常葉(附属農場)	68.50	1.761	1.699	0.062	0.0009	6.273

異常葉の水分含量は正常葉よりやゝ多い傾向を示している。全N含量、蛋白態N含量、非蛋白態N含量、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 含量共に異常葉が正常葉より多いことが認められる。中でも異常葉の $\text{NH}_3\text{-N}$ 含量は5年生樹の場合は正常葉の約2倍であるが、21年生樹の正常葉にくらべると4倍の多量を含んでいる。これらの結果、異常葉では葉の機能が十分でないために、異常葉の全糖含量は正常葉に較べて低いことが認められる。

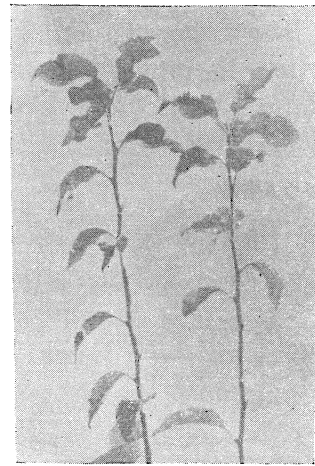
### 考 察

最近廿世紀梨樹栽培で最も力を入れているのは生産費の低減である。その一つとして幼木の生長促進を行い1年でも早く結果量を多くする様に、主枝の伸長を著しく増大する桃沢式整枝法が行われている。か様な場合に往々主枝の3年目新梢に異常葉を生じて伸長が早くから停止したり、その部分が細くなって亜主枝が出にくくなることがある。この様な異常な葉を発生する多くの場合を調べて見ると、①よく管理の行き届いた若樹園に多い。②普通定植3年目から発生するが、極端な場合は2年目でも発生する。③主枝の1/2より先端に近い部分から発生した亜主枝の先端近くにも現れるが、下部には殆ど現れない。④従来の仕立法を行った成木園には殆ど発見されないが、主枝より出た立枝に現れる場合がある。⑤廿世紀梨にのみ発生して新興、弥長その他の銹梨や中国梨、洋梨等には発見しない。

か様に廿世紀梨樹に新しい整枝法を採用した場合に多発する様で長野県に最も多く、鳥取県にも点々と発見することが出来る。

今回これら異常葉の発生する場合の樹体の生理学的変化を見る為、新梢の先端部を展葉期から異常葉の出現期を経て恢復するまでの間に採取し、新梢及び葉内における肥料成分の変化を調べ且つ時期がやゝおそかったが恢復期直前(7月1日)の葉内 $\text{NH}_3\text{-N}$ を定量し、中毒症状の起り易いか否かを調べた。

新梢については4年生樹の枝条の水分含量は20年生樹のそれに較べて6月上旬まで高いが、その後は高低交互



(III) 廿世紀梨樹の異常葉の出現した發育枝(鳥取県東郷町 32.9.21.)

に現れ明らかな傾向は不明である。この様な傾向は枝条のP含量にも同様に見られる。枝条内N含量は4年生樹と20年生樹との間には余り差異がないし、CaO含量については異常の現れない5月下旬から発現する頃も全様の差異を示している。この様に枝条内肥料成分含量のみの変化では殆ど一定の傾向を認めることは出来ない。

葉については異常葉の発生する直前(5月下旬)まで4年生樹の方が約20年生樹よりN含量が著しく高く、異常葉の発生する頃もやゝ高いが、その後は次第に差が少なくなっている。葉内水分含量は殆ど変化がない。P含量は4月下旬から5月中旬までは変化がないが、異常葉発現直前の5月下旬には4年生樹の方が高く、恢復する7月上旬にも同様にやゝ高い。この様に異常葉の発生が多い4年生樹の方がP含量の多いのはPirschle, Sitropp氏等が $\text{NH}_3\text{-N}$ で培養した場合に $\text{P}_2\text{O}_5$ の含量が多くなると云っていることと同様に、異常葉の多発する樹は生長促進のため人尿尿や硫酸追肥を多く施与しているためと思われる。然るにK含量はPと反対に展葉期から異常葉発生直前の5月下旬まで4年生樹の方が著しく低い、

異常葉の発生する6月上旬から下旬頃まで両者は略同様で変化ないが、回復する頃(7月上中旬)には伸長初期と反対に4年生樹の方がその含量が高くなっている。このことは硬化した葉についても同様であった。HAVIS, GILKESON 両氏(1951)によると桃ではKの欠乏している場合にNを多施すると益々葉内K濃度を減ずる。K欠乏症は葉の中が狭く、葉脈が少し燃れやゝ紡錘形となるので異常葉と似ているが、その含量は佐藤氏の調査と比較して低くないし、普通K欠の葉は下位の葉から次第に発生するのが常であるが、この場合は7~8葉目から数葉出る場合が多いのでK欠と異っている。BOYNTON, COMPTON 両氏(1944)によると、春硫酸を多く与えたリングでは葉内K, P含量が減ずることを認めている。葉内Ca含量は展葉初期には4年生樹と約20年生樹の間には大差がなかったが、4年生樹ではその後葉へのCaの移動が次第に減少して異常葉発生直前の5月下旬には約20年生樹よりかなり低く、異常葉の発生する6月上旬にも低いが、その後回復する頃にもやゝ低い。GARDNER氏等(1922)は一般にK<sub>2</sub>Oの多い所ではCaOが少くなると云っているのに、この場合はK<sub>2</sub>OもCaOも共に4年生樹の含量が低いのは興味がある。

次にP/N及びK/Nを調べた所第3, 4表の通りである。

第3表 葉及び新梢のP/N

		4/30	5/12	5/28	6/9	6/22	7/8	7/20
葉	4年生樹	0.09	0.09	0.11	0.12	0.13	0.12	0.11
	20 "	0.10	0.10	0.12	0.11	0.12	0.11	0.11
枝	4 "	0.10	0.11	0.11	0.11	0.11	0.12	0.12
	20 "	0.11	0.12	0.11	0.12	0.12	0.12	0.13

第4表 葉及び新梢のK/N

		4/30	5/12	5/28	6/9	6/22	7/8	7/20
葉	4年生樹	0.42	0.46	0.57	0.68	0.72	0.57	0.53
	20 "	0.62	0.70	1.09	0.75	0.75	0.48	0.48
枝	4 "	0.40	0.27	0.41	0.42	0.42	0.45	0.59
	20 "	0.54	0.51	0.34	0.56	0.45	0.44	0.70

葉及び新梢のP/Nは展葉初期から4年生樹の方がやゝ低い傾向が見えるが、大差は認められない。併しK/Nについては4年生樹の葉は展葉期から6月下旬まで20年生樹に較べ低いが、中でも異常葉発現前の5月下旬に著しく少く、6月に入るとその差は少くなって異常葉の回復する7月上、中旬頃には却て4年生樹の方がやゝ高くなっている。E. J. GILDJHOUS氏(1931)によると、3年

生りんご(デリシヤス)をN:Kの比を種々にかえて砂耕した場合、N:K=115:O ppmの場合LEAF SCORCHが現れたが、Nを更に多くした場合はKを多くしても現れた。(N:K=323 ppm:126 ppm)即ち、Nが過剰な場合Kが普通に存在しても葉焼けが起る。又Kが適当に供給されないと、出来た葉面積は維持出来ない。従ってNとKはある比例で地中に存在している事が肝要である。WEEKS氏(1952)によるとMcINTOSHりんごの木でNが増すとK<sub>2</sub>Oが減ると云う相互関連性を認め、N含量の高い木では低い木よりK<sub>2</sub>Oの要求が大であることを報告している。今回の新しい仕立法を実施する場合には施肥も窒素を主として多施するので葉に異常が起り易いからNの過剰を止めると同時にK<sub>2</sub>Oの多施の必要が推察される。LUNDEGARDH氏(1932)によると、KはむしろNの新陳代謝に直接関係しているのので、Kが欠乏すると吸収したNH<sub>3</sub>やNO<sub>3</sub>が組織内に蓄積して中毒を起すことも考えられる。TURCHIN氏(1936)はNH<sub>3</sub>-Nで育てた植物にKを多く与えるとNH<sub>3</sub>の含量は減少し、同時に還元糖も減少することを認めている。又Kは直接間接に細胞分裂に必要であり、分裂組織の蛋白合成にも必要であるから、Kの吸収障害も異常葉発生と関係がある様に思われる。

還元糖は葉ではその差が少く、異常葉発現直前の5月下旬には殆ど変化がないが、新梢に於いては展葉期から5月下旬まで4年生樹の方が約20年生樹より遙かに低く、異常葉発現期の6月上旬には差が少くなり、その後は略等しくなっている。か様に新梢では発現前にその含量が少いが、葉ではその変化が少いので、葉内還元糖含量の多少が異常葉を誘起する原因とは考えられない。

NIGHTINGALE, STOKLASA 両氏(1930)もPlus Kのビートよりminus Kのビートに無機のN%が遙かに高いことを認めている。今回の実験でも異常葉内に正常葉より全N含量が多く、Kが少ないことは生理障害を想像させるものがあるので、異常葉内のNH<sub>3</sub>-Nを定量した所、正常葉の2~4倍存在していることが分かった。又還元糖含量には差がなかったが、全糖含量が少いので、NH<sub>3</sub>が体内に異常に蓄積して一種の中毒症状を起した事が推察される。GREGORY, RICHARDS 両氏(1929)の実験ではminus Kの植物では完全栄養の植物より高い呼吸率を持っているので、炭水化物の消費も大きい。然るに異常葉は中が狭くねじれているものが多いので、陽光に当る面積が狭いが、厚さは増している。併し横断面を見ると柵状組織は殆ど異常なく表皮細胞が著しく厚くなっているに過ぎないので、同化作用に好影響を与えていない結果全糖含量は少いことが推察される。異常葉発現状況から次第にNH<sub>3</sub>-Nの蓄積が増加している事が想像さ

れるが、今回の  $\text{NH}_3\text{-N}$  定量に供試した異常葉は発現期を過ぎたものであるから、異状発現の結果起った現象であるかも知れない。そこで異状葉発現前から確かに発現すると思われる新梢の葉を採取して調べる必要がある。

### 摘 要

桃沢式仕立法によって管理した廿世紀梨樹の幼木には多肉質で細長く、ねじれた異常葉が主枝又は亜主枝の基部から数えて7~8葉目から数葉現れ、甚しい場合はそのまま生長を停止するが、軽症の場合は暫くして再び伸長を開始している。この様な葉の出現する原因をさぐるため、展葉期(4月30日)から異常葉の発現期を過ぎ、回復して再伸長する頃までの間に7回採葉してN, P, K, Ca, 及び還元糖を定量し、翌年には7月1日に異常葉を採取して  $\text{NH}_3\text{-N}$  及び蛋白体-Nを定量すると共に全糖を定量した。

① 4年生樹の新梢の水分含量は20年生樹の新梢より高いが、葉内水分含量は殆ど変化がない。

② 4年生樹新梢のN含量は異常葉発現直前まで20年生樹新梢よりやや高いが、葉に於いては遙かに高く、発現後は差異が少くなっている。

③ 4年生樹新梢のP含量は異常葉発現直前にやや高いが、これより前及び後では却って低い。葉内P含量は発現直前(5月28日)から回復期以後に至るまで4年生樹の方がやや高い。

④ 4年生樹新梢のK含量は展葉頃には20年生樹より低い、異常葉発現直前には却って高く、その後再び低

くなっている。4年生樹の葉内K含量は展葉期より発現直前まで低く、発現期以後は両者の差異が少い、回復期頃には却って高くなっている。

⑤ 4年生樹新梢のCa含量は20年生樹に比しやや高いが、葉内Ca含量は異常葉発現前から回復期においても低い。

⑥ 7月1日における異常葉の全N含量が正常葉より高いし、蛋白態Nや  $\text{NH}_3\text{-N}$  含量も高く、特に前者の  $\text{NH}_3\text{-N}$  含量は後者の2~4倍の高きに及んだ。そのため異常葉の全糖含量は正常葉より著しく低くなっている。

### 参 考 文 献

1. GARDNER, BRADFORD and HOOKER : Fundamentals of Fruit Production 1922.
2. 京大農芸化学教室 : 農芸化学実験書上巻 1958.
3. " : " 下巻 1958.
4. LUNDEGARDH, H : Klima und Boden 1925.
5. LUNDEGARDH, H : Die Nährstoffaufnahme der Pflanze 1932.
6. 松木五樓 : 園芸の新知識
7. 大池国威 : 農業及び園芸 16-(1), 2, 3, 1941.
8. 奥田東 : 栄養生理実験書 1953.
9. 坂村徹 : 植物生理学 1948.
10. 鈴木梅太郎 : 植物生理の研究 昭 19.
11. 滝元 : 微生物学及植物病理学実験法 1952.

### Summary

Some leaves on main limbs and subsequent main limbs of younger Nizisseiki pear trees trained by Momozawa-training type are thick, narrow and twisted and the shoots can't grow at serious time of abnormal leaves, but begin to grow again at light serious time.

To find the causes of the appearance of the abnormal leaves, we analysed quantitatively N, P, K, Ca and reducing sugar content of the apex parts of shoots 7 times from April 30th to July 20th and analysed next year  $\text{NH}_3\text{-N}$ , protein-N and total sugar content in leaves which gathered on July 1st.

1, Water content in the current shoots of 4 years old trees is higher than that of 20 years old trees, but both water contents in leaves are scarcely different.

2, N content in the current shoots of 4 years old trees is little higher than that of 20 years old trees until the appearance of abnormal leaves, but N content in the leaves of the former is remarkably higher than that of the latter and the difference of the two decreases after appearance of abnormal leaves.

3, P content in the current shoots of 4 years old trees is little higher than that of 20 years

old trees just before the appearance of abnormal leaves.

P content in leaves of the former is little higher than that of the latter from the appearance period of it till the recovery period.

4, K content in the current shoots of 4 years old trees is lower than that of 20 years old trees about early in May, but is higher than the latter just before the appearance of it and becomes afterward lower than that of the latter again.

K content in leaves of 4 years old trees is lower than that of 20 years old trees from April 30th till the appearance of abnormal leaves and the difference of the two becomes little after appearance of it. K content in leaves of 4 years old trees is rather higher than that of 20 years old trees after the recovery time.

5, Ca content in the current shoots of 4 years old trees is little higher than that of 20 years old trees, but Ca content in leaves of the former is lower than that of the latter from the appearance time of abnormal leaves to the recovery time.

6, The total N content in the abnormal leaves on July 1st is higher than the normal leaves, and both protein-N and  $\text{NH}_3\text{-N}$  contents in the former are higher than the latter and especially  $\text{NH}_3\text{-N}$  content in the former is twice or 4 times as much as that of the latter. The total sugar content in abnormal leaves is remarkably lower than that of normal leaves.