

第6回 松代地震センター談話会発表記録（その2）

1. 日 時：昭和43年2月15日
2. 場 所：松代地震センター会議室
3. 発表題目：園芸作物中の果樹に対する地震の被害と対策について
4. 発表者：長野県園芸試験場 田中 謙

園芸作物中、果樹だけとりあげても種類が多いものですから、私ども方では、農業試験場で行ったような精密な試験・調査はいろいろな関係からできなかつたものですから、ここでは、若干の試験調査と今迄のこれに関連した試験などについて述べさせて頂き、話題提供というような意味でおとり頂ければ幸いです。

当地方の果樹に対する地震による被害ですが、大きく分けると三つぐらいの地域に分けられるのではないかとみられます。

一つは屋地地区の主としてモモなどの園で、冠水－湛水－衰弱－一部枯死で、これは湧水の性質、今迄の土壌調査などのデータ範囲では、悪水による被害というより、停滞水による根の窒息被害と見た方がよさそうです。

第二の地帯は中川の善徳寺近辺のブドウ園、東寺尾のリンゴですが、この地区は湧水が当初畑のあちらこちらからかなり出ていたにもかかわらず、最初の頃は主として栽培されていた果樹がブドウであつたためか、被害もほとんど目立ったものでなかつたわけですが、その後急激に枯死に至ったところでは

湧水の調査・土壌分析枯死症状などから悪水、とくにクロールの害による事が大と思われま

第三の地区は菅間から竹原地区にかけての主としてリンゴ園で、地震の初期にはその害についてもあまり気づかなかつた様ですが、後期になりかなり広範囲に生育不良から、枯死寸前の状態に至った地域です。

この地区の湧水にはかなり多量のクロールがありますが、土壌中には割合少いクロール含量といつたところで、地域的・土層的の分布が違つたためか、塩化物の他に炭酸塩など加わつたためか、はっきりした原因はつかめませんでした。いずれにしろ地震に関連した湧水による被害である事ははっきりして

次いで対策となるわけですが、屋地地区のモモ園はすでに枯死しているものが大部分ですが、現在は出水も一応とまっているので、また水が出るようであつたり、排水不良地が残っているようでしたら、早急に排水につとめて頂きます。簡単な明渠を10～20mおきに掘るだけでも大分違ってきます。

湛水した場合、モモ・アンズなどの核果樹はとくに弱いようです。参考までにリンゴで行つた試験を参考にしてみますと、酸素含量2%前後は、根の生存を維持するだけですが、10%以上になると根が伸び始め15%以上になると新根の発生がみられてきます。

二番目の中川及び東寺尾地区はまず排水路をつくり、湧水を流し出す一方、蓄積した成分も出来たら洗い流す必要があります。

この地震による悪水－アルカリ塩類が主と考えられますが、一果樹類がどのくらいこれらの濃度に抵抗性があるか、Loughridge (1901) が試験したのがありますので、参考までにここにかかげてみました。原典はインチ、エーカー、ポンドででているので深さ10センチ、10アール当たりキログラムに直すと表のようになっています。リンゴ・アンズ・モモ・ブドウ・ナシなどの果樹のうち、一番強いのは

ブドウで、以下ずっと下ってナシ・リンゴのグループがあり、これよりわずかに弱いのがモモ・アズメのグループとなっています。

果樹が抵抗し得るアルカリ塩類最高濃度 Loughridge 1901
深さ 10 cm 10a 当たり kg

	塩化物	炭酸塩	硫酸塩	全アルカリ
アズメ	106	53	-	1,112
モモ	110	75	-	1,244
リンゴ	137	71	1,571	1,778
ナシ	150	194	1,963	2,308
ブドウ	1,063	833	4,500	5,047

リンゴを例にとると塩化物では、深さ 10 cm 10a 当たり 137 kg が生育限界となっています。

これらは土壤の種類によっても違ってくると思いますが、一応、%・mg・PPM など普段使っている単位でクロールに換算したのが次表です。

果樹が抵抗し得るアルカリ塩類最高濃度 - Cl -

	%	100g 中 mg	PPM
アズメ	0.05 ~ 0.06	45 ~ 58	454 ~ 578
モモ	0.05 ~ 0.06	47 ~ 60	471 ~ 600
リンゴ	0.06 ~ 0.08	59 ~ 75	587 ~ 747
ナシ	0.06 ~ 0.08	64 ~ 82	643 ~ 818
ブドウ	0.46 ~ 0.58	456 ~ 580	4,556 ~ 5,798

10a 当り深さ 10 m の土壤は 110 ~ 140 t と想定しますと、%は 0.12 ~ 0.100 の塩化物。クロールはその 60%に相当するので 0.08 ~ 0.06% となります。同様に 100 g 中 mg では 98 ~ 120 mg の乾土中の塩化物 59 ~ 75 mg のクロールとなります。

PPM 単位では 979 ~ 1,245 塩化物、クロールで 747 ~ 587 PPM となります。

この地区の土壤は 80 ~ 100 mg/ 乾土のクロールがあることが調査で確認されているので、塩素だけでも、リンゴの生育限界を超えているものと考えられます。

一般果樹園は 1 ~ 3 mg/100 g 中、塩安・塩加肥料を多量に使った場合は表層 5 ~ 8 mg、下層 10 ~ 12 mg になる場合もあります。

ブドウは塩化物だけみた場合、リンゴの 8 倍ほどの抵抗性があることになってはいますが、自然湧水の場合はその他種々の塩が含まれているので、これに加わると Total 塩類では 2 ~ 3 倍程度の抵抗力となってきます。

一方、湧水中の塩類ですが、この地区はクロールで 1,200 PPM 前後とかなりの濃度でしたが (42 年 3 月)、その後濃度は低くなってきています。(42 年 10 月 ~ 250 PPM)

この地区だけではありませんが、高濃度の湧水地帯では、附近の排水路やその近辺の草は流水に沿っていずれも塩害によるクロロシス現象を起しており、一目でわかる状態になっていました。

高濃度の塩類が加わるので、土壤の中にどのくらい残留するものか、とくに永年生作物では問題になるので簡単に調べてみました。いろいろな濃度の塩化物を土壤を通して調べてみると、これは意外に少なく、粒子の細かい土壤で 100 g につき 1 ~ 3 mg、あらいものだと 1mg 以下です。また洗浄試験などで

も割合楽に洗い流されるので、この場合の塩化物の土壌残留といったようなことについては時間を経れば問題は少ないのではないかと考えられます。

第三地点である菅間・竹原地区の池水・湧水などの調査では、池水・井戸は 250 ～ 850 PPM・クロールとなっており、湧水は 1,150 PPM・クロールときわめて高い値が出ています。

一方、土壌調査では 10 ～ 32 mg/100 g 乾土と割合低い値となっています。

したがって湧水の地下での動き、土壌の下層調査などをさらに詳しく調べる必要があるかもしれません。いずれにしろ塩害と窒息害など合わさって出てきたものと思われる。

以上の外当地域でさらに問題となることは湧水・流れ水・井戸水などを使って消毒液を作っていた場合です。薬剤の溶解度の変化・分離・塩類による葉やけ現症などが附随して出てきています。長野県の場合は海がないものですから、今迄も塩類の害など実際に問題になることはほとんどなかったものと思われる。

ここでは塩類濃度と葉やけについて若干試験を行ったのでこれを述べてみたいと思います。

試験は NaCl を水にとかし、種々の濃度で時期を変えて散布してその結果をみました。

NaCl 濃度で 0.1% (Cl 濃度で 0.06%) では、いずれの時期でも問題がありませんが、NaCl 0.16% (Cl 濃度で 0.10%) では、葉の抵抗性の弱い時期ですと葉やけ症状が一部に出る場合があります。

実際の現地から持ってきた湧水を利用して、同様な散布試験を行ってみました。これらは、0.05%前後が症状の出る出ないの限界のようでした。(500 PPM)

自然水には Cl の他種々の塩類が溶けているため、純粋な NaCl より若干低い値でも葉やけが出るようです。また、発芽当初が抵抗性が一番低いようで、生育が進むにつれ抵抗性は増加するため、被害葉も少なくなる傾向がありました。

塩冠水の水温とダイコンの葉の被害 - 1.5% NaCl -

冠水温度 (°C)	35	30	25	20	15	10
被害率 (%)	100	81.0	60.7	55.6	53.0	44.2

また、これらの被害は散布時の気温とも関係が深くダイコンを使つての調査では、表にみられるよう、温度の上昇とともに被害も急増しています。

当地震による湧水には Cl が多いものですから、これに関連した文献を若干調べてみました。植物体を分析すると 60 元素以上のものがあり、今後は分析技術の進歩によりさらに増加するものと考えられます。

これらのうち植物が正常に生育するため必要な必須成分は 15 ほどで、これ以外の微量元素としては Si・Co・Cl・Na などがあります。Si は稲で Co は VB₁₂ の核酸代謝の助酵素としての役割をしており、Na・Cl は動物に関連して必須となっていますが、アメリカでは植物でも必須元素としてとりあげられてきています。

Cl が現状で土壌に自然状態で加わるのは、肥料からのものが大部分で、したがって Cl の入っていない肥料と比較したものをみてみますと、小野寺らは塩化物肥料は硫酸肥料にくらべ多くの植物で収量その他の面で劣ることを認めており、原田らも塩化物肥料は硫酸肥料を多くの作物でくらべ、同程度かやや劣ることを指摘しています。塩入らはポアス効果の考えを導入し、水稻において磷酸吸収が Cl は SO₄ より劣るといっています。

Baslavskaya (1936) は馬鈴薯に塩化物肥料を与えると、クロールイオンの影響により、葉の同化作

用は弱められ、栄養生長末期に葉緑素含量が減少し、炭水化物含量は少なくなる。しかし、デンプンは多い事を認めています。

反対に Haehn らは d-アミラーゼのデキストリン生成能および安定にクロールイオンの重要作用がある事を指摘しています。

アイソトープを利用し Cl の吸収、分布を調べたものは、葉では葉柄に多く、トマトなどでは一番下の果実下の茎・葉柄、次いで最上部の果実花梗に多く、成熟果より生育中の果実花梗に多い事が分ってきました。(Toth 1954)

葉面散布によっても吸収され、若葉から葉柄にすみやかに移動することも認められています。

稲では根・地上部の基部・葉の葉脈・先端部に多く、穂梗・穂にはほとんど移動しないようです。これらの性質はせん維作物によい影響を与えることもうなずけると思います。

過剰にあった場合の塩害については 19 世紀からおびただしい研究報告があり、研究の方向も

1. 土壤溶液の高浸透圧が植物の水分吸収を減少せしめる結果、生育障害を起すとしたもの。
2. 土壤溶液に含まれる高濃度イオンの特異的作用が主原因であるとしたもの。
3. 現われた現象の違いにより、それに応じた対策を立てるのが最もよいとしたもの。

など種々あります。

Pfeffer(1877)は根圏溶液中の塩類の存在は植物・水分吸収を減少するとのべており、Harris(1920)・Hayward(1949)らもこれらを立証しています。

Magistad (1943) は正常な施肥・かん水を行っている土壤溶液の浸透圧は 1.3 ~ 1.8 気圧で塩類土になると 200 気圧になるものがあり、40 気圧になると不毛土となっているとのこと。

Eaton(1941)は、根はうすい溶液中の養分は多くとり濃厚になると水分吸収が妨げられる。塩類害は $\text{NaCl} > \text{Na}_2\text{SO}_4$ の関係があるが、塩類濃度を全重量単位では関係が少ないが、当重量単位では浸透圧との関係が探いものとなる。

Ganch(1945)は各塩類間に差がなく、各浸透圧のもとでは極めて類似し、植物の種類によっては違い、トマト・モモなどは NaCl 害が強くなる。

菜豆などは Na の吸収は $\text{NaCl} < \text{Na}_2\text{SO}_4$

Cl の吸収は $\text{NaCl} > \text{Na}_2\text{SO}_4$

根の Cl は $\text{NaCl} > \text{CaCl}_2$ の関係があり、根の Cl 吸収はカチオン含量に支配される。

濃度は低い場合 SO_4^{2-} の方が多く、

濃度は高い場合は Cl^- の方が多い。

これは細胞膜透過力が SO_4^{2-} は 2 価のイオン故大きい、体内移動は Cl^- の方が容易でこれらの現象が起きるとしています。

Bover(1946)置換性 Na の存在は Ca の吸収を阻害するとし。

Wadleigh (1950) Na は Ca の吸収を阻害するとともに、Fe の活性度を減少し、葉中の K、シュウ酸塩などは増加する。

Gauch(1951)は 6 種の塩類の中で NaHCO_3 が害強く MgCl_2 が次いで障害が出る。

重炭酸イオンは SO_3^{2-} 、 PO_4^{3-} の吸収を阻害し、又根の吸収細胞の原形質を硬化し、1 価のカチオンを集積し、2 価のカチオンは減少する。

Hilgard は、塩害は植物体に浸入した塩の特異性に基づくものであるとしている。

塩害の障害現象は、体内代謝の乱れが主であるが、植物の種類・塩の種類によっても違って来るが、共通した事実は炭水化物代謝・窒素代謝の乱れで、カチオン中 Ca の吸収低下があらわれてくる。

Baslauskaya は、塩化物の施肥は炭水化物の代謝に悪影響を与えるとしており。

Sckneider はリンゴで塩化物を施肥した場合、水分吸収がおとろえるため、光合成・呼吸作用がおとろえ、組織の組成に障害が出る事を指摘している。

今津(1954)はネギ・タイサイ・イチゴで Cl⁻ は炭水化物代謝を妨害するとしており。

一般に可溶性有機態チッソ・タンパク・硝酸態チッソは増加する傾向にある事を認めている。

農業の実際面では塩類害の軽減一方策として、チッソの増配(下瀬 1953) がとられており、また Ca を与えることにより被害減少(友広 1953)の報告がある。

植物の塩類に対する抵抗性は、気候・生育・時期の相違でかなり違っており、一般に生育初期には弱いようである。

最近のカンキツ類の耐塩性試験などをみても、各種塩類につかっている浸漬時間の長短よりも、塩水濃度が大きく影響を及ぼすことがわかっている。(広島柑試)

【質疑応答】

質問) 先程葉に水をかけてのお話でしたが、松代の現場では農薬が溶けなかったというわけで、それがために真水を運搬したということですが、農薬との関係をもう少しご説明を願いたいわけですが。

答) うちでは溶解の問題は病害虫部でやったわけですが、葉の効果に対してはほとんど差位がなかった。硬度水になっているから農薬の種類によっては溶けないものが出てくるというわけですが、然し農薬が溶けないというのは色々問題点があるわけですが、石灰のようなものですと水に溶けないわけですね。

質問) 実際面においてどんな種類のものですか。

答) 機械油乳剤です。機械油はやはり塩分多くなると溶けなくなるのですね。展着剤を沢山入れて軟化する必要があります。

質問) 塩素と温度の関係はどの位の温度から被害が出ますか。

答) これは果樹ではないが、大根などで色々な温度を変えてやったものがあります。これは三重大学位田さんが行った実験ですが、1.5%で温度を変えたものですが、35℃になると100%枯れる。30℃になると81%、25℃で60.7%、20℃で55.6%、15℃で53%、10℃で44.2%以上の結果が出ています。リンゴの場合ですと、4月頃ですから非常に低い温度で試験したことは間違いないわけですが、これが30℃になってかけたらどうなるかという試験はやってありませんから判りませんが、おそらく被害はこれ程大きくはないが若干増えるが、こんどは木の葉の抵抗性というのが反対についてくるものですから、その相殺で案外強いのではないかと思います。これが一度かけになった場合で何回もかけたら別ですが、抵抗性が増えて温度があがるというのですから、これも色々温度とか成育時期の組合せがあるのです。先程の0.2%以下でしたら相当の処までいけるのではないかと思います。被害は必ず出ますけれども、葉のあちこちが褐変する位で全葉が駄目になるということはないと思いますが、これもさらに試験して見る必要があると思います。

質問) 屋地の辺でモモが枯れてしまったが、あの辺は塩素がないものですか、先程のお話だと酸素がないということなんですが、先程のお話だと酸素がないと枯死するということですが、最

初に出てくる時にドンドン量が多く出ると水で空気を追い出してしまうということで酸素不足になってしまうということです。

答) 土壌の物理的組成というのは普通良いのは腐植など若干ありますが、それを除いて 50%位鉱物成分であと穴があいており、ここに水と空気と 25%位ずつある。普通の酸素が溶けているということですから、例えば犀川べりの更北という所がありますが、その辺は非常に地下水が浅いのですが、下が流去水になっているものですから果樹園として非常に大きくなっている。それから下って村山から金箱あたりに行きますと一部分流去水になっていない所があるわけですから、こういう所では若木の内は上と下バランスがとれてよいが、年輪を増すにしたがって、下の根が大きくなるべき所がならないと色々な障害が出てくる。例へば往生寺などは非常に排水が良い所ですが、長沼などは最初のうちは低湿地地帯で成育収量も多いが、20年位するときがってしまう、というように果樹は下層土の影響というものを成木になってくると非常に受けてしまいます、それで上の土より下層の影響が大きいというこの辺に問題点があると思います。

宮本普及員説明

昨年(昭和 43 年)果樹被害が起きて屋地の団地、中川の団地、坂下の団地と果樹の湧水の直通源が 3ヶ所あるのですが、昨年 8 月田中先生にお願いして現場を見て頂いて調査したわけでありましたが、No.1 表の方は湧水した場所・浸水した場所を土壤調査した所が A という所で菅間の青木元光さんのリンゴ園ですが、これが 15 年生ですが、全部枯死してしまっただけです。土壌を調査した処塩素が 10 mg、上層というのは表層から 15 cm、下層は 30 cm までのものでこれが 17.5 mg と案外少ないのです。これでどうして枯れてしまったかと疑問であったので、こちらの先生方におたずねしました処、炭酸ガスの影響が多分にあるのではないかというお話しでありました。それから PH では中性がアルカリに近いような酸性になっておりまして、やや PH が高いように思います。B 竹原は成育不良と枯死ですが、原田さんのアンズですが、これは上層・下層とも塩素は少ない方だということです。

C 竹原坂下の河口広さんのリンゴですが、20 年生のリンゴですが、昨日見た処では、まだ成育不良で短果枝ばかりで長果枝が出ていないという処であります。これは 20～30 位の塩素でアルカリ性になっております。その下 50 m ばかりさがりまして齊藤さんのお宅も 15 年生でありまして、塩素が少ないのですが成育が不良です。E も同様です。

F 中川の善徳寺のブドウが枯死した。この塩素が 80～85 PPM で 100 に近いので枯れるのは当然ですが、10 位で A の青木さんの 15 年生が枯れるということで疑問の点が多いのですが、先程の高橋先生のお話しのように炭酸ガスということは考えられるのではないかということを感じるわけです。

以上