



Title	生物の凍結過程の分析： . 植物の凍結曲線に及ぼす熱処理の影響
Author(s)	中野, 健司
Citation	低温科学, 6, 159-163
Issue Date	1951-03-31
Doc URL	<a href="http://hdl.handle.net/2115/17492">http://hdl.handle.net/2115/17492</a>
Type	bulletin (article)
File Information	6_p159-163.pdf



[Instructions for use](#)

## 生物の凍結過程の分析 VII. 植物凍結曲線に及ぼす熱処理の影響\*

中野健司

(低温科学研究所 生物学部門)

(昭和23年11月受理)

### I.

完全に一度凍結した組織をとこした場合、その細胞は全部死んでいる。その様な死組織を再び凍らせて得られる凍結曲線の型は生きている細胞の凍結曲線のものとは全く異つて、二重の氷点は現われなくなり、単一な氷点を有する曲線となつて了<sup>4)</sup>う。この死組織をみると、その細胞の大部分は機械的に破かいされている。死組織にみられる氷点の二重性の消失は凍結によつて殺された組織にのみ見られるものか、或いは組織さへ死んでいれば何時でも単一な氷点を有する曲線が得られるものかを確かめるために熱で殺した場合の凍結曲線の型を調べてみた。

熱をえらんだ理由は他の薬品等を用いると組織小片の周辺部と中心部の細胞を一樣に殺すことが出来ないので、障害の程度は周辺部の方が高くなる。此点熱処理の方が内部まで一樣に作用するためである。

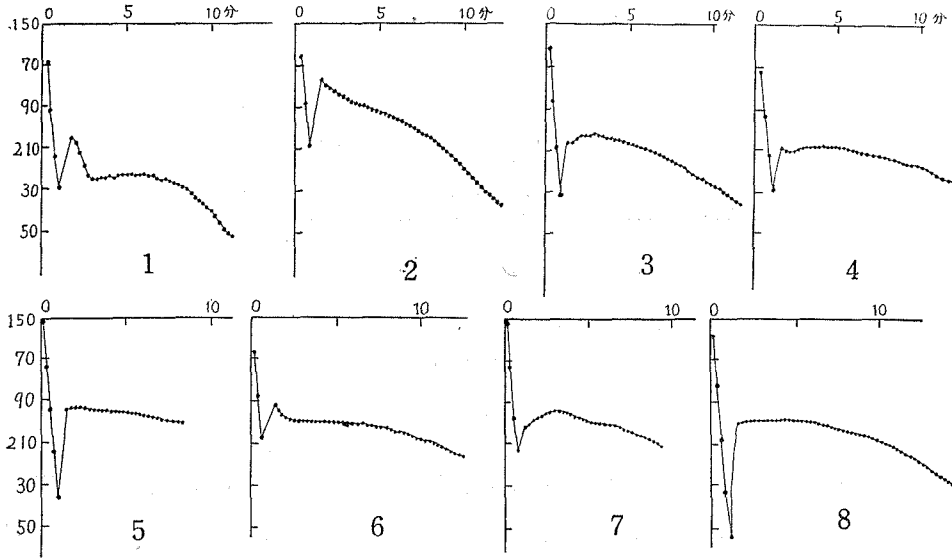
### II.

材料は主として馬鈴薯の塊莖を、又一部にはリンゴ(紅玉)を用いた。これらから角柱状の小片(5×5×14mm)をきりとり、其の中心部に熱電対を挿入して凍結に伴う温度変化を測定した。熱処理は次のようにして行つた。ある温度に保たれている流動パラフィン中に組織小片を一定時間浸した後表面の流動パラフィンを濾紙でぬぐいとり凍結させた。実験した温度は100°C、70°Cの二種、処理時間は30秒から20分までであつた。これらの組合せによつて、熱により受ける障害の程度を色々変えてみたのである。

#### イ) 70°Cの場合 (第1図)

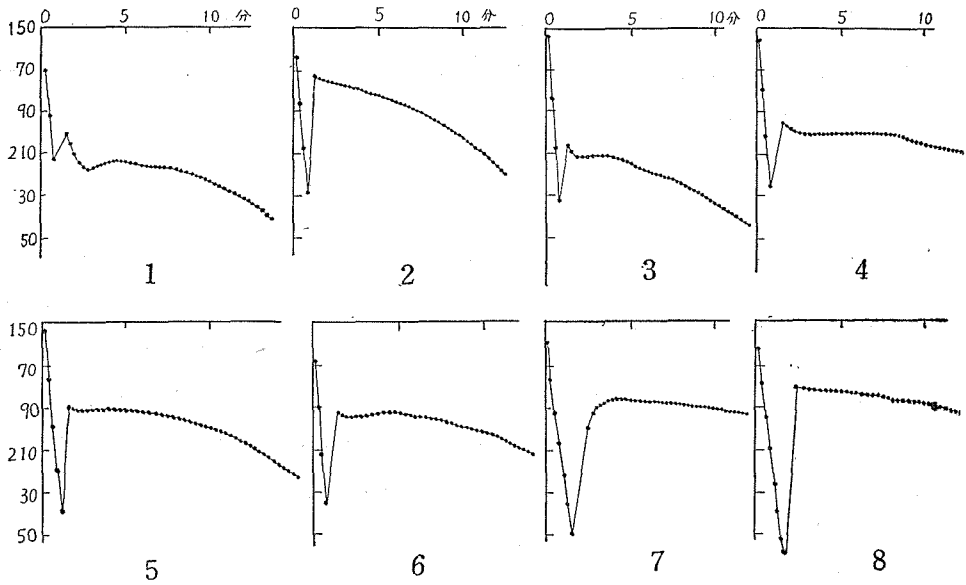
処理時間が30秒で既に二重の氷点はなくなるが然しなかには1分、2分位まで幾分氷点<sup>n</sup>が分離していると見られるものもあつた。又処理時間2分位までは氷点部に不規則な振れが、

\* 北海道大学低温科学研究所業績 第107號 本研究は科学研究費によるものである。



第 1 圖 70°C 處理 (パレイシヨ塊莖)

- 1) 対 照    2) 再凍結    3) 30 秒    4) 1 分  
 5) 2 分    6) 4 分    7) 10 分    8) 20分處理  
 縦 軸 ----- 檢流計の續み    150 が 0°C にあたる  
 横 軸 ----- 時 間



第 2 圖 100°C 處理 (パレイシヨ塊莖)

- 1) 対 照    2) 再凍結    3) 15 秒    4) 30 秒  
 5) 45 秒    6) 60 秒    7) 5 分    8) 10分處理  
 縦 軸 ----- 檢流計の續み, 150 が 0°C にあたる  
 横 軸 ----- 時 間

氷点分離の如何にかかわらず、明瞭に現われてくる。然し2分以上の処理ではこの不規則な振れもなくなり、単一氷点を有する平滑な曲線となつてしまう。

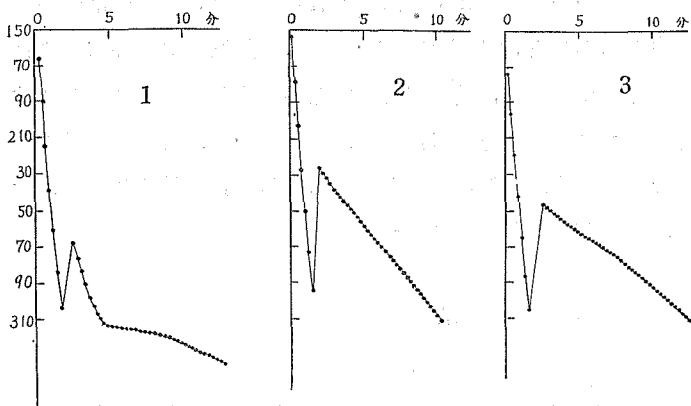
2) 100°Cの場合 (第2図)

15秒, 30秒位までは僅かながら二重の氷点が見られる例がかなりあるが、一般には不規則な振れを示すのみで、単一氷点を有する曲線である。45秒以上, 10分までの処理では例外なく皆完全に単一氷点を有する曲線となり、不規則な振れも完全に消失してしまう。

以上の処理に於て、70°C, 100°Cで2分以上処理した場合は大部分の細胞は死んでいる。これらの場合考慮しなくてはならない事は馬鈴薯塊莖の細胞(空胞中)には多くの澱粉粒を含んでいて処理をうけると、それが次第に膨潤し、100°C, 70°Cの場合では、殊に処理時間のながくなるに従つて、膨潤の度は著しく、遂に澱粉粒は破裂して糊化し、細胞全体を埋めるようになる。実際70°Cで長時間又100°Cで処理された場合、組織小方は半透明となり、表面は粘着性をおびてくる。

凍結曲線の型というものは組織の凍結様式によつて決定され、組織の凍結様式はその細胞の凍結様式によつて決定される。澱粉粒の膨潤しているもの或いは完全に糊化しているような細胞の凍結様式は澱粉粒の全く膨潤、糊化していない細胞のそれとは非常に異つていと考えられる。従つて100°C, 70°C各々の場合、又その各々の処理時間の長短によつても当然澱粉粒の膨潤、糊化の度合が異なるのでそれら各々の凍結曲線も同一ではない筈である。以上の様に、70°C, 100°C処理で結果の異なるのは死細胞の割合が異なる外に澱粉粒の膨潤、糊化の度合が異なるという事に大きな原因があると考えられる。

馬鈴薯塊莖の細胞の様に澱粉粒を多く含む組織について熱処理を行つた場合、細胞の生死



第3圖 70°C處理(リンゴ) × %

- 1) 對照 2) 再凍結 3) 2分處理  
 縱軸 ----- 電流の續み, 150が0°Cにあたる。  
 横軸 ----- 時間

の外に上述の様な条件が加わつて来る。従つてこの澱粉粒の膨潤、糊化に原因する凍結様式の変化があるため曲線の型の分析は複雑なものとなつている。然し馬鈴薯塊莖の組織に於いて熱処理によつて細胞が殺された場合、第二氷点は消失してその氷点の二重性は完全に失われるという事が出来る。以上の様に馬鈴薯塊莖の凍結曲線の分析は熱による澱粉粒の変化のために複雑なものとなつているので、次に澱粉粒を含まないリンゴ(紅

澱粉粒の変化のために複雑なものとなつているので、次に澱粉粒を含まないリンゴ(紅

第1表 死組織の $\alpha$ 角

(イ) バレイショ塊莖

試 験 番 號	處 理 方 法	凍 結	熱 處 理 (70°C)				
			30'	1'	2'	4'	10'
1		49°	72°	58°	50°	—	86°
2		57°	75°	78°	75°	80°	77°
3		63°	65°	75°	73°	—	—
4		61°	67°	72°	78°	81°	76°
5		58°	67°	71°	75°	83°	73°
平均		58	69	71	70	80	78

(ロ) リンゴ

試 験 番 號	處 理 方 法	凍 結	熱處理
1		41°	57°
2		35°	49°
3		43°	54°
平均		40	53

玉) について同様な

実験を試みた。

リンゴの凍結曲線の型については既に島、青木、朝比奈によつて研究されている<sup>3)</sup>。熟しているリンゴの凍結曲線をみる

と生きている組織では氷点の二重性は非常に明瞭で、その第2氷点部に不規則な振れが特に現われることは既に青木によつて報告されている。リンゴでも再凍結曲線では氷点の二重性は完全に消失する。第3図に見るように、生組織では明かな氷点の二重性が見られるが、70°C 2分処理後では氷点の二重性は全く消失して、凍結によつて殺された凍結曲線と殆んど同じ型となり、不規則な振れも完全に認められなくなる。

このように凍結と熱の二つの方法で殺された組織では、共に第二氷点は全く現われないが、組織の凍結様式はたがいに等しくないと思われる。というのは $\alpha$ 角を比較してみると、第1表に示されてあるように、明かに一定の差が見られるからである。凍結によつて殺された組織よりも熱で殺された組織の方が $\alpha$ 角は例外なしにいつも大きい。

生きている組織小方は表層から先ず凍り始め、それが終つて、内部の過冷却度がさらにすくんでから、内部に凍結が進行するのが普通であるが、死組織では表層部の凍結に引続いて直ちに内部が凍り始める。このような場合には第2氷点は現われなくなり、組織内部が凍り易い程 $\alpha$ 角は大きくなる。この点からみると、同じ死組織であつても熱処理によつて殺された組織の $\alpha$ 角の方がいつも大きいということは、熱処理をうけた組織内部に於ける方が凍結の進行速度は速い、即ち凍り易いことになる。そして、処理のしかたでこのような差が現われることは、熱処理されたものでは澱粉粒の膨潤、糊化が起つているが、凍結されたものでは起つていないことにその原因の一つがあると思われる。

## 文 献

- 1) 青木 廉 1946 凍結曲線の不規則な振れ 科學, 16, 129.
- 2) ——— 1948 生物の凍結過程の分析. IV. 植物凍結曲線分析の一方法. 低温科学, 4, 79.
- 3) 島 善隣, 青木 廉, 朝比奈英三 リンゴの凍結曲線について 未発表
- 4) Luyet, B. T. 1937. The double freezing point of living tissue. Biodynamica, No. 30.

### R é s u m é

It is the object of this study whether the doubling of the freezing point also disappears in the potato tuber and the apple fruit which have been killed by heat as in the case of tissue killed by complete freezing.

Generally speaking, the second freezing point becomes gradually indistinct with increasing of the treating temperature (70—100°C) and of the duration of the treatment. The grade of disappearance of the second freezing point merely depends upon the percentage of cells killed by heat treatment. When all of the cells in the tissue piece are dead, the second freezing point does no more appear. Then it is to be safely concluded that the doubling of the freezing point does not occur independent of killing methods, heating or freezing, when the tissue has been completely killed. The magnitude of angle  $\alpha$  (inclination grade of the straight part following the first freezing point) of dead tissues, however, differs in potato tuber and apple fruit. This difference may have its cause in their different freezing modes being dependent on the amount of starch grains in the cells, which swell and then become paste during the heat treatment.