

# 氷又は雪を利用した野菜の予冷システム“しゃっこい”の開発 —— 微生物的問題に関する評価 ——

中川良二

## Development of the Vegetable Preparatory Cooling System "Shakkoi" Using Ice or Snow

—— An Assessment of Microorganism related problems ——

Ryoji NAKAGAWA\*

予冷は野菜を収穫後、早急に所定の温度にまで下げる  
ことによって、野菜の呼吸作用などを抑え、鮮度および  
品質を保持する効果を持っている。予冷には冷却媒体の  
違いによって幾つかの方法があるが、冷水を用いる方法  
はわが国で広く普及している空気予冷や真空予冷などに  
比べて冷却速度が速く、根菜類などでは洗浄を兼ねるこ  
とができるなどの利点も多い<sup>1)</sup>。今回開発した予冷シス  
テムは冬季間に蓄えた氷や雪を利用して予冷するシステ  
ムであり<sup>2)</sup>、これは自然エネルギーとして豊富にある氷  
や雪を利用するという画期的な方法である。とくに、北  
海道など寒冷地ではエネルギーコストの面からも非常に  
注目できる技術である。今回試験した野菜では差圧予冷  
よりも明らかに迅速であり、真空予冷に近い威力を持つ  
こと。さらに、品質分析から予冷した野菜がフレッシュ  
な状態を保持できることが明らかとなっている<sup>3-4)</sup>。

本試験では冷媒として用いた氷雪由来の冷却水及び予  
冷野菜に付着した細菌や真菌数を計測すると共に、主要  
細菌種を 16SrDNA の塩基配列から推定し、本予冷シス  
テムにおける微生物的問題に関する幾つかのデータを  
得た。

### 実験方法

#### 1. 供試材料

試料は赤井川村で栽培し、当日収穫したダイコン、エ  
ダマメ、スイートコーン、ニンジン、および各予冷試験  
に使用した冷却水を用いた。ダイコンとニンジンは、土

付きのまま又は水洗いしたものを未包装で使用した。エ  
ダマメとスイートコーンは、真空包装したものを  
用いた。

#### 2. 培養培地及び培養方法

一般生菌数は標準寒天培地、大腸菌群および大腸菌は  
クロムアガー ECC、真菌はクロラムフェニコール (100  
μg/ml) 添加ポテトデキストロース培地を用い、塗沫  
法あるいは混釈法により培養した。一般生菌数は37°Cで  
2日間、大腸菌群及び大腸菌は37°Cで1日間、真菌は30  
°Cで5日間培養し、それぞれの菌数を計測した。

#### 3. 細菌の同定

細菌は標準寒天培地およびクロムアガー ECC から得  
られたコロニーを色および形態から区別し、数個のコロ  
ニーを釣菌して得た。細菌 DNA はインスタジーンマト  
リックス (バイオラット社) を用いて精製し、  
16SrRNA 遺伝子の特定領域を PCR で増幅した (用い  
たプライマーは長島らの報告<sup>5)</sup>に記載されている A と J  
\*である)。増幅遺伝子の塩基配列はデオキシターミネー  
タ法により、ABI 製 DNA シーケンサーを用いて決定  
した。得られた塩基配列は、National Center for  
Biotechnology Information (USA) BLAST サーバー  
のデータベースと照合し、菌種を推定した。

### 実験結果及び考察

#### 1. 野菜

ダイコンの予冷試験は予冷前に水で洗浄したものを  
2回、洗わずに土付きのままの試料を1回の合計3回を、

\* nakagawa@foodhokkaido.gr.jp

同一の予冷水を用いて連続で行い、ニンジンも洗浄したものと同様に連続で行った。従って、試料は各条件とも予冷前と予冷後のものを用いた。ただし、土付きダイコン、ニンジンも予冷後に洗浄したものを用いた。菌数は表皮に付着した菌数を一般生菌数、大腸菌群、大腸菌、真菌について、試験直後と1日保存（室温と4℃）後に測定した。単位は試料表皮1g当たりの菌数で示した。コーンとエダマメは真空包装して予冷を行ったので、試料の菌数は測定しなかった。

一般生菌、大腸菌群、真菌の各菌数はダイコン（図1）、ニンジン（図2）共に予冷前と予冷後で殆ど変化しなかった。4℃で保存した場合には、全条件で菌数が減少する傾向にあった。この結果は水で洗浄した後に4℃で保存した事により、野菜に付着した細菌の一部、とくに大腸菌群が冷却によって損傷を受けたためではないかと推察される。室温保存すると、全条件で菌数が増加する傾向にあったが、特にニンジンの一般生菌と大腸菌群の増加

が著しかった。従って、この結果は予冷後の野菜はできるだけ低温保存する必要があることを示していた。

## 2. 冷却水

予冷試験時の冷却水の菌数は、試験直後および1日間室温と4℃で放置した後の水について測定した。単位は試料1ml当たりの菌数で示した。ダイコンとニンジン、およびコーンとエダマメ予冷時の冷却水の菌数がほぼ同じであったため、データとしてはダイコン（図3）とコーン（図4）予冷時の菌数のみを示した。試験に用いた予冷水の菌数は、一般生菌が290~400個/ml、大腸菌群が0~50個/ml、真菌が60~400個/mlの範囲にあった。冷却水を4℃で1日置いた場合、野菜での結果と同様に菌数が減少する傾向にあった。室温に置いた場合、菌の増殖が著しかった。土付きのダイコン、ニンジンを処理した後の予冷水の菌数はコントロールに比べて数百倍増加した。これは、野菜に付着していた菌が冷却水に移ったためと考えられる。ただし、土付き野菜は予冷後に洗

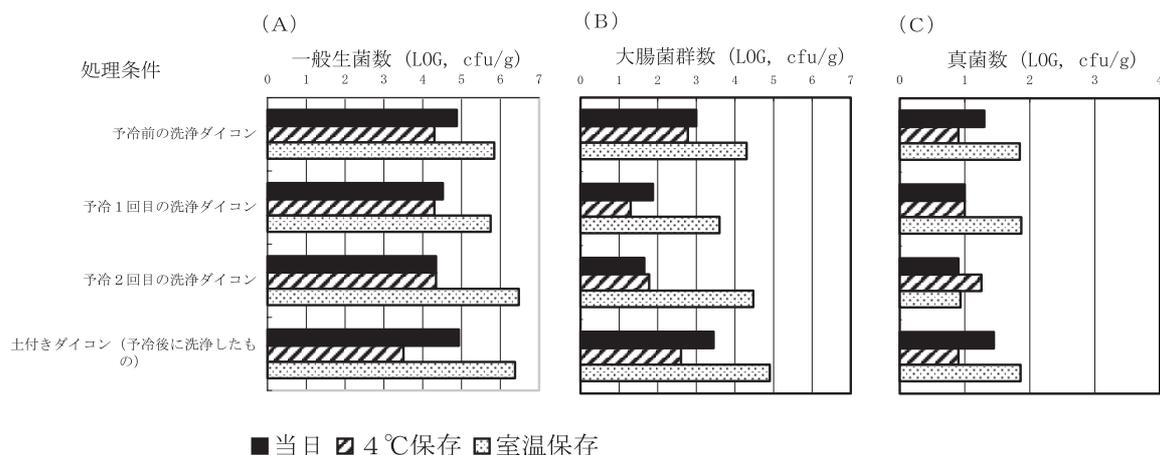


図1 ダイコン表皮の菌数に与える予冷及び保存条件の影響

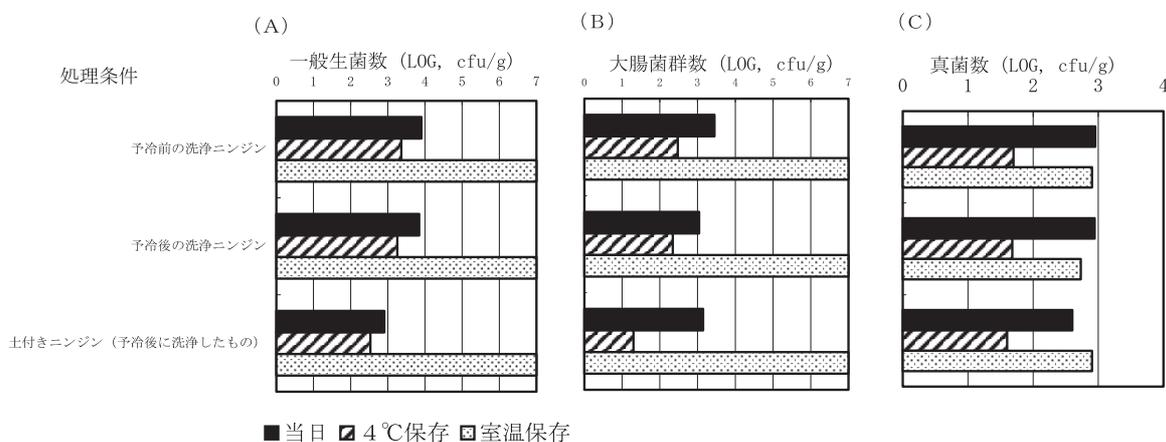


図2 ニンジン表皮の菌数に与える予冷及び保存条件の影響

浄して保存することになっているため、試料である野菜の菌数には殆ど影響しないと考えられる。

以上の結果から、冷却水中の菌数は非常に少なかったが、冷却水に含まれる菌が野菜に付着して増殖する可能性が考えられた。

### 3. 細菌の種類

冷却水から見つかった細菌類を明らかにするために遺伝子解析による同定を行った。細菌の同定は、クロムアガー ECC および標準寒天培地に生えたコロニーから特徴的なものをピックアップして行った。表に示したように、幾つかの細菌種が見つかった。クロモカルト EEC からは *Enterobacter* 属に近縁の細菌が検出された。標準寒天培地からは *Acinerobater* 属と *Bacillus* 属に近縁の細菌が検出された。これらの細菌は土壌や水中に普通に存在する細菌である。今回の試験では、一般細菌数と大腸菌群数から、標準寒天培地で検出された

*Acinerobater* 属と *Bacillus* 属近縁種が冷却水に存在する主な細菌種であろうと考えられる。しかしながら、この先の予冷に当たってはその環境条件で微生物種や菌数が異なるため、処理前に冷却水の微生物検査を行う必要がある。菌数が多い場合には次亜塩素酸などによる殺菌処理を伴う場合も想定される。

### 要 約

本予冷システムは、冷媒として冬季間に蓄えた水や雪を利用して予冷するため、予冷水や予冷後の野菜に付着する細菌などの微生物的問題が考えられた。本試験の結果から、野菜に付着する一般生菌及び真菌数は予冷前と予冷後で殆ど変わらなかった。また、予冷水の菌数は一般生菌が290~400個/ml、真菌が60~400個/mlであり、主要細菌として土壌由来の *Bacillus* 属細菌が検出された。

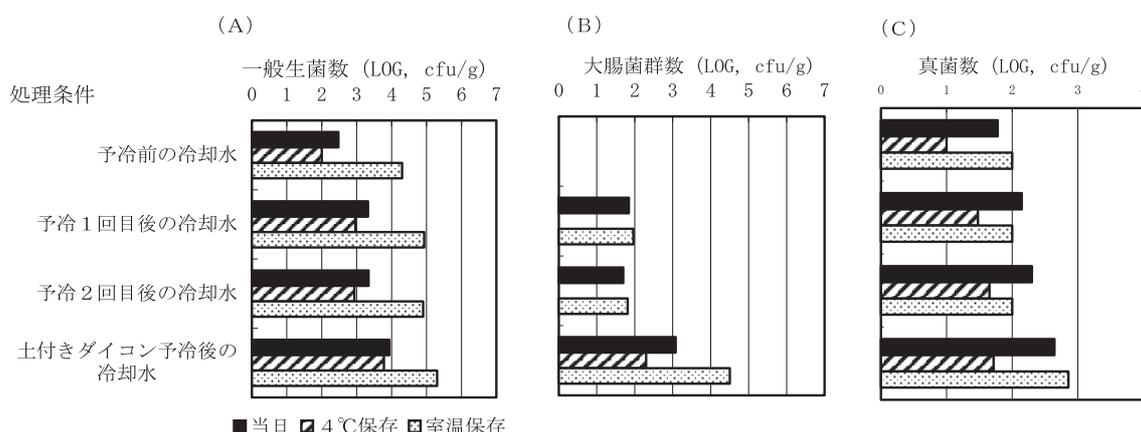


図3 ダイコンの予冷に用いた予冷水の菌数

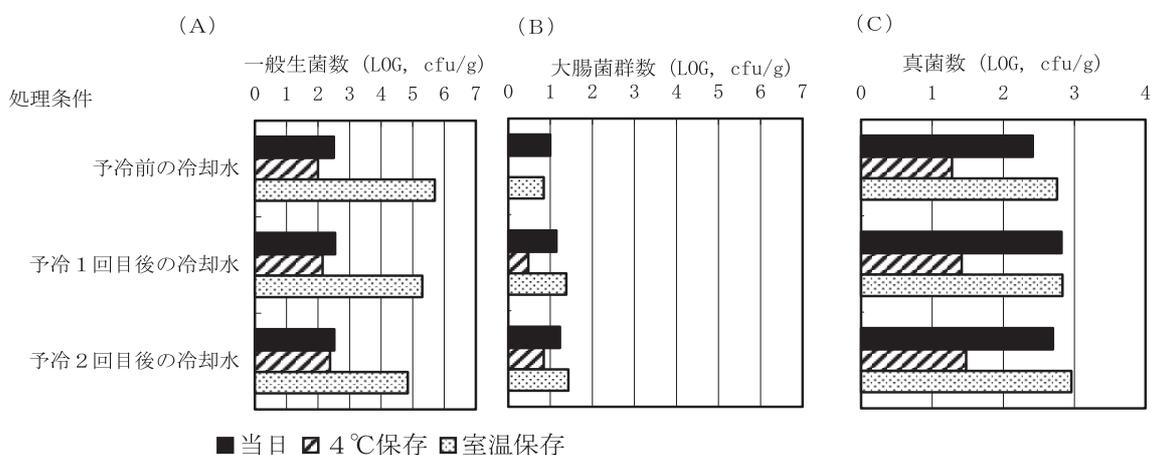


図4 コーンの予冷に用いた予冷水の菌数

表 冷却水から分離された細菌の塩基配列に基づく同定

分離培地の種類	近縁種菌名	ホモロジー% (identical/total nucleotide)
クロモアガー-EEC	<i>Enterobacter asburiae</i>	100% (296/296)
	<i>Enterobacter intermedium</i>	99% (295/296)
	<i>Enterobacter agglomerans</i>	99% (300/301)
標準寒天培地	<i>Acinerobater</i> sp. [ <i>Acinerobater calcoaceticus</i> *]	96% (293/304) 94% (287/304)]
	<i>Bacillus</i> sp. [ <i>Bacillus megaterium</i> *]	99% (309/311) 98% (307/311)]
	<i>Bacillus cereus</i>	99% (313/314)
	<i>Bacillus subtilis</i>	99% (310/313)

\*種名まで明らかになっている菌の中で最も高いホモロジーを示した菌種。

本報告は技術指導業務として行った成果であり、その中で多分な協力を賜った予冷システム“しゃっこい”を開発した(株)今組の大野祥嗣氏、予冷野菜の品質評価等を行った北海道立花・野菜技術センターの藤倉潤治氏に深く感謝します。

#### 文 献

- 1) 小野田明彦：「食品流通技術ハンドブック」,(恒星社厚生閣, 東京), p. 270 (1989).
- 2) 大野祥嗣, 今紀衛, 藤倉潤治, 中川良二, 小竹勝美：寒地技術シンポジウム論文集, 論文番号 CTC00-I-077 (2000).
- 3) 藤倉潤治, 土岐和夫, 熊谷秀行, 大野祥嗣：日本土壤肥料学会講演要旨集第47集, p. 280, 高知 (2001).
- 4) 藤倉潤治, 土岐和夫, 熊谷秀行, 大野祥嗣：日本食品科学工学会第48回大会講演要旨集, p. 171, 香川 (2001).
- 5) 長島浩二, 八十川大輔, 中川良二, 池田隆幸：食科工, **45**, 58-65 (1998).