

冷凍技術で持続可能な農業へ ～ドラゴンフルーツ農家を救え！起るDF革命～

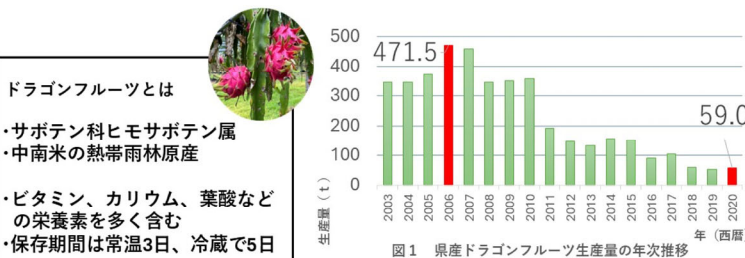
沖縄県立中部農林高等学校 代表：前當 叶希 石川 実夢 伊波 心陽 奥呂木 響 阿波根 青空

動機・目的

【課題1】 沖縄の特産品であるドラゴンフルーツ農家との連携の中で以下の課題が明らかになった。

- ・自然災害の影響で、多い月では**47%が規格品**として扱われ、一農家で年間で1t以上規格外品がでる。
- ・**保存性の低さ**により廃棄量が増加している。
- ・**規格外品の価格が10%以下**で取引され、経営難や離農へ

農林水産省のデータによると、生産量は10年で**約10%に減少**しており（図1）、**地域の資源が消滅する危機にある。**



【課題2】

- 課題解決に向け**冷凍技術の導入**
- ・保存性を高め、販売時期を柔軟に選択可能
- ・カット加工で規格外品の廃棄を防ぐ

従来の冷凍方は水分が凍結時に9%膨張し、組織が損傷を受け、解凍後に**30%のドリップ**が発生する（図2）。品質が低下し、**生食や加工用途に適さない**（図3）。

【取組内容】

品質を維持した冷凍技術を開発し持続的な加工・流通の確立が可能であるか調査する。

【目標】

- ・ドリップの出ない冷凍品の開発
- ・規格外品を有効活用し、年間を通じた市場供給を可能にする
- ・フードロス削減と農家の所得向上を目指す

【目的】

新しい冷凍技術の活用により、規格外品の価格上昇や2次加工への幅が広がり、農家の所得向上に結びつくと考えられる。また廃棄ロスの削減し、廃棄にかかるエネルギーやコストの抑制、さらには有機農業への促進に繋げる。持続可能な生産と、環境に配慮した地域発展、農家の安定経営に繋げる。

取組Ⅰ 冷凍技術の開発

【取組内容・目的】

水分含量が高い食品（ドラゴンフルーツ：91%）は冷凍前の下処理が必要。水分含量を減らすと細胞の損傷を抑えられると仮説を立て、**デハイドロフリージング技術**を活用した技術開発を行う。

デハイドロフリージング技術（DF）とは凍結前に脱水処理を施し組織内の水分を減少させ細胞の損傷を防ぐ技術である。¹⁾（James, C. et al., 2014）食品によって適した方法と条件が異なるため実用化されている報告は少なく、ドラゴンフルーツのDF化の研究報告はない。

【DF条件の調査】

試料：県産の規格外品、赤肉種 30mmの立方体 重量は約30g

DF条件の設定

表1の条件で脱水温度8通り×脱水時間20通りの160通りを比較調査

冷凍方法：ブライン凍結



ドラゴンフルーツに適したDF条件の選定

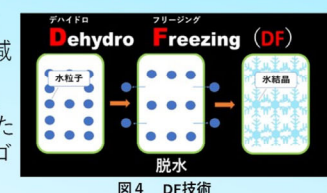


図4 DF技術

表1 調査したDFの条件と方法

	条件	方法
脱水温度	30～90℃	温風乾燥
脱水時間	0～540分	温風乾燥
水分含量		常圧加熱乾燥法



図5 DF条件を調査している様子

【結果】

- ・70℃～90℃の温度帯は種に熱が加わり風味の変化が大きくなる。60℃の脱水温度が適切だと判断した。
- ・**脱水時間120分からドリップが抑制**
- ・60℃120分条件の水分含量は70%～75%で水分率が**75%以下が条件**

表2 確立したドラゴンフルーツのDF条件

脱水温度	脱水時間	水分含量
60℃	120分	70～75%

細胞の損傷を軽減するDF条件を確立（図7）

ドリップ率0%の冷凍品の開発に成功した

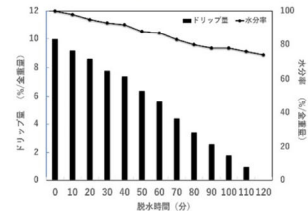


図6 脱水時間に対するドリップ量と水分率の変化

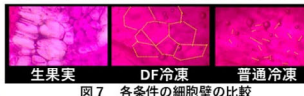


図7 各条件の細胞壁の比較

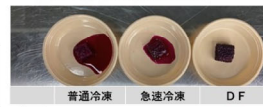


図8 ドリップ量の比較

【考察】冷凍技術を確立し、二次加工品への用途の幅も広がり、新たな需要がうまれると考える。また、課題である保存性の改善と規格外品の削減に繋がると考える。

取組Ⅱ DF冷凍品の品質検査

【研究内容・目的】

- ・DF化による品質の変化を検査し、実用性を確認する。
- ・検査項目を選定し検査を行う（表3）

表3 品質検査項目と検査方法

検査項目	検査方法
アスコルビン酸	インドフェノール法
ポリフェノール	フォーリンチオカルト法
テクスチャー(硬度)	レオメーター
糖度	屈折糖度計
色彩	Windowsの画像解析
保存性	微生物検査

【結果】

表4 DFドラゴンフルーツの品質特性（平均値 n=10）

試料	アスコルビン酸 [mg/g]	ポリフェノール [mg/g]	硬度 [e ⁻³ kg/mm ²]	糖度 [° Brix]	色彩 [RGB]
生果実	3.0	114.0	6.61	17.1	R:135 G:19 B:50
DF	3.0	129.0	3.79	23.9	R:139 G:35 B:78

- ・**栄養成分の低下は見られなかった。**
- ・水分減少に伴い、**糖度や栄養成分の相対的に増加**した。
- ・微生物検査では**6ヶ月の保存**が可能。
- ・細胞内と細胞外のばらつきが原因で硬度に変化が見られた。

【考察】品質への影響は最小限に抑えられており、DF技術は品質保持の面で有効であり、実用化できると考える。

取組Ⅲ DF冷凍品の流通の確立

【研究内容・目的】

- ①開発した商品を地域の飲食店で販売、商品価値を確認し、価格の上昇率を調査する。
- ②本商品の適切な流通方法を確立し、持続的な流通を実現する。

【結果①】

地域飲食店へ本商品が規格外品の値段の**10倍の価格で販売**され、収穫時期外の12月～3月に商品に活用された。

表5 商品の価格の比較

	規格外品	市場価格	冷凍品	DF
価格/kg	300円	3000円	700円	3000円



図9 販売・活用されたDF冷凍品

【結果②】

- ・うるま市の農業委員会と企業との連携から**OEM流通**（製造委託）を行い、農家が**1,000円/Kg**で本商品を製造委託可能になった。
- ・沖縄県経営者協会とビジネスプランを立て、**規格外品の利益が3倍**（116万円/年）に増加を証明した。



図10 OEM会社にDF技術提供・委託

【考察】地域企業と行政、農家の連携から、効率的な流通体制が実現した。OEMを活用し農家の負担を軽減、持続的な流通が可能になると考えられる。規格外品の活用が進むことで需要が高まり価格の上昇も期待され、地域全体での経済活性化が見込まれる。

まとめ・考察

- ・ドリップを抑制し、品質を保持する保存技術を開発し、製造・流通を実現した。
- ・ドラゴンフルーツ更なる需要拡大が見込まれる。
- ・格外品が有効活用できるため、フードロス削減、有機農業の促進に繋がる。
- ・品質の上昇から付加価値がつき、農家の所得向上にも寄与すると考えられる。
- ・他の様々な青果物にも活用できる技術であり、技術普及が持続的な農業へ繋がる。

参考文献

1) James, C., Purnell, G., and James, S. J. A critical review of dehydrofreezing of fruit and vegetables. Food Bioprocess Technol., 7, 1219-1234. (2014)