

[短 報]

夏どりキャベツのビタミンC含有率の実態と変動要因^{*1}小宮山誠一^{*2} 古館 明洋^{*3} 目黒 孝司^{*2}

夏どりキャベツのビタミンC含有率は平均で34.3 mg/100 gであり、含有率向上技術開発のための指標値を35 mg/100 gと提案した。メルク RQ フレックスの使用により、指標値を達成したか否かの判定を簡易に行うことができた。ビタミンC含有率は、10月どり作型で高くなった。栽培技術による対応として、過剰な窒素施用を控え、早どりすることによっても向上することが示唆された。

緒 言

近年、食生活の改善による疾病予防、健康増進を目指す動きの中で、野菜の栄養・機能性成分が注目されている。大手販売店などの流通現場においても、消費者への情報提供・消費拡大を目的に、野菜のビタミンC含有率や糖度などの成分が表示されるようになった。今後も、各分野で野菜の内部成分に関する情報は積極的に利用され、新しい情報が求められることも想定される。

キャベツは淡色野菜に分類されるが、緑黄色野菜に匹敵する量のビタミンCを含み、栄養摂取面から重要な野菜に位置づけられる。キャベツのビタミンC摂取源としての重要度は、全野菜中第1位で、第2位のホウレンソウの約2倍にのぼる試算値(表1)。全量を生で摂取した場合、キャベツのみでビタミンC年間所要量の約12%を供給し得る。

本試験では、夏どりキャベツのビタミンC含有率の実態を明らかにするとともに、ビタミンC含有率向上を図る技術開発上の指標値を提案した。さらに、キャベツのビタミンC含有率に影響を及ぼす各種要因についても検討した。

方 法

1. キャベツのビタミンC含有率の実態

夏どりキャベツのビタミンC含有率の実態を把握するため、道内の主要産地から分析用試料を収集した。農家生産試料は、1996～1998年の7～10月に収穫された、千

歳市、恵庭市および南幌町産のボール系品種「アーリーボール」、「プラディーボール」、「マヤボール」、「マルシェ」(計94点)を用いた。また、中央農試および伊達市西胆振農業センター圃場産のサワー系品種「金系201号」、「北ひかり」も加えた。

採取されたキャベツは、結球部をフードプロセッサーで細切した後、5%メタリン酸を加え、ホモジナイザーで磨碎してビタミンCを抽出した。抽出されたビタミンCは、液体クロマトグラフ(HPLC)により定量した¹⁾。

2. 生育に伴うビタミンC含有率の経時的変化

1997年、中央農試圃場において栽培した「金系201号」の地上部を定植後0～90日目まで(7月15日定植)定期的に採取し、ビタミンC含有率を測定した。

3. 窒素施肥量がビタミンC含有率に及ぼす影響

伊達市西胆振農業センター圃場において、異なる窒素

表1 ビタミンC供給源としての野菜の重要度順位

順 位	品 目	1人あたり 年間 購入数量 ¹⁾ (kg)	1人あたり ビタミンC 含有率 ²⁾ (mg/100g)	1人あたり 年間摂取 ビタミンC量 ³⁾ (mg)
1	キャベツ	5.1	44	2,244
2	ホウレンソウ	1.7	65	1,105
3	パレイショ	4.3	23	989
4	ダイコン	5.9	15	885
5	トマト	3.8	20	760
6	ハクサイ	3.1	22	682
7	ピーマン	0.7	80	560
8	キュウリ	3.4	13	442
9	タマネギ	4.8	7	336
10	ネギ	1.7	14	238
11	ニンジン	2.9	6	174
12	レタス	1.6	6	96
13	ナス	1.9	5	95
14	サトイモ	1.2	5	60

1) 平成10年度「野菜関係資料」

2) 四訂「食品成分表1998」(女子栄養大学出版部)より(「生」の値)

3) 成人1人あたり年間所要量は、18,250 mg(1日50 mg×365日)

1999年5月20日受理

^{*1} 本報告の一部は1998年度日本土壌肥料学会北海道支部会で発表した。

^{*2} 北海道立中央農業試験場, 069-1395 長沼町

^{*3} 同上, (現北海道立北見農業試験場, 099-1496 訓子府町)

施用量でキャベツを栽培し(表2)、結球部のビタミンC含有率を測定した。供試品種は「北ひかり」(1996年)および「金系201号」(1997, 1998年)を用いた。

表2 窒素用量試験の処理区

処 理	窒 素		
	基肥	分施	計
無窒素	0	0	0
30%減肥	10.8	4.6	15.4
施肥標準	15.4	6.6	22.0
50%増肥	23.1	9.9	33.0

表中の単位は, kg/10 a

4. ビタミンC簡易測定法の検討

現場段階での簡易なビタミンC含有率測定のための抽出条件およびRQフレックスによる測定について検討した。

(1) 各種抽出液中のビタミンC含有率の経時的変化

細切試料から以下の条件により抽出した液の0~6時間後のビタミンC含有率を測定した。①5%メタリン酸を加えホモジナイザーで磨砕, ②純水を加えホモジナイザーで磨砕, ③ニンニク絞り器で搾汁した原液。

(2) 抽出方法の違いがビタミンC抽出効率に及ぼす影響

以下の方法で得られた抽出液のビタミンC含有率を測定した(各処理10反復)。①5%メタリン酸を加えホモジナイザーで磨砕, ②5%メタリン酸を加え乳ばちで磨砕, ③ニンニク絞り器で搾汁し5%メタリン酸を加えた。

(3) RQフレックスによるビタミンC簡易測定法の検討

中央農試産キャベツ(78点)を5%メタリン酸で抽出し, ビタミンC含有率をHPLCおよびRQフレックスにより測定した。

結 果

1. キャベツのビタミンC含有率の実態

農家産, 中央農試および伊達市西胆振農業センター産(計477点)のビタミンC含有率の平均値は, 34.3mg(新鮮重100g当たり, 以下同様)であった。また, ビタミンC含有率の平均値は収穫時期により変動した。すなわち, 7月では34.6mgとほぼ平均値に近く, 8月, 9月で33.3mgおよび31.7mgとやや低下し, 10月では39.7mgと有意に(95%信頼度)上昇した(表3)。

2. 生育に伴うビタミンC含有率の経時的変化

定植後のキャベツ内部成分含有率の経時的変化を示した(図1)。定植40日後から結球が始まり, 80日後にはほぼ収穫適期に達した。ビタミンC含有率は, 外葉では全期間100mg以上の高い値を維持したが, 結球部では球肥大に伴って減少し, 収穫期前後でも低下傾向にあっ

表3 キャベツのビタミンC含有率の収穫期別変動

収穫月	点数 (点)	平均値	最低値	最高値
		(mg/100g)		
7	50	34.6	20.3	48.5
8	206	33.3	16.3	53.5
9	126	31.7	20.2	47.6
10	95	39.7	21.7	63.0
全 体	477	34.3	16.3	63.0

全外葉除去後結球重800g以下の個体は除く

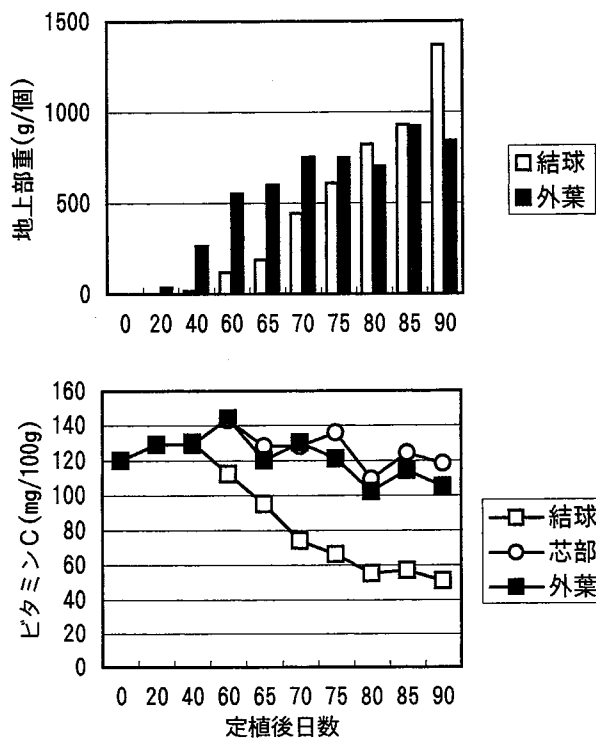


図1 キャベツ内部成分含有率の経時的変化

た。

3. 窒素施用量がビタミンC含有率に及ぼす影響

窒素施用量が結球重およびビタミンC含有率に及ぼす影響について示した(表4)。窒素施用量の増加に伴って, 結球重が増加し, ビタミンC含有率は低下する傾向にあった。ビタミンC含有率は作型間で異なり, 7~9月収穫よりも10月収穫で高まった。

4. ビタミンC簡易測定法の検討

(1) 各種抽出液中のビタミンC含有率の経時的変化

抽出操作直後の各抽出液のビタミンC含有率を100%として, その経時的変化を示した(図2)。メタリン酸中では, 6時間経過後も抽出直後と同等のビタミンC含有率を保持しており, 室温放置条件下での低下は認められなかった。一方, 純水を用いて抽出した場合, 抽出直後からビタミンC含有率は急速に低下し, 1時間後には約50%, 6時間後には10%以下となった。また, 搾汁原液

表4 窒素施用量がビタミンC含有率に及ぼす影響

試験年次	収穫時期	処理区	結球重 (g/個)	ビタミンC (mg/100g)
1996年	9月11日	30%減肥	910	33.0
		施肥標準	1,020	33.9
		50%増肥	1,090	32.9
1997年	8月6日	無窒素	440	51.0
		30%減肥	1,140	40.5
		施肥標準	1,280	41.5
		50%増肥	1,360	39.0
	10月6日	無窒素	530	65.0
		30%減肥	1,330	56.0
		施肥標準	1,490	53.5
		50%増肥	1,580	51.0
1998年	7月29日	無窒素	930	47.6
		30%減肥	1,230	38.9
		施肥標準	1,360	30.1
		50%増肥	1,300	30.2
	9月29日	無窒素	920	41.6
		30%減肥	1,070	31.6
		施肥標準	1,040	30.1
		50%増肥	1,180	31.6

では、ビタミンC含有率の低下が純水抽出に比べると緩慢であったが、30分後には初期値の約90%に低下した。したがって、キャベツからのビタミンC抽出はメタリン酸存在下で行うのが適当であった。

(2) 抽出方法の違いがビタミンC抽出効率に及ぼす影響

キャベツをフードプロセッサーにより2～4mm角に細断後、3種類の方法により抽出し、測定したビタミンC含有率の平均値(10反復)を示した(図3)。ホモジナイザーが使用できない環境を想定した乳ばちによる磨砕抽出法は、常法であるホモジナイザーによる抽出法とほぼ同等の抽出効率であり、適用可能と考えられた。一方、ニンニク絞り器を用いた最も簡易な圧搾抽出法は、抽出効率が常法の約80%と低く、サンプル量および圧搾力を

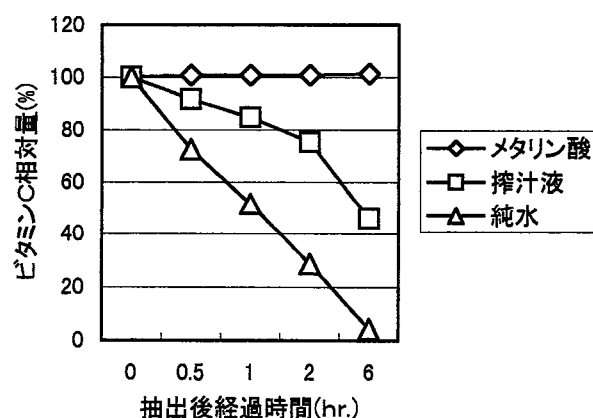


図2 抽出液中のビタミンC含有率の経時的変化

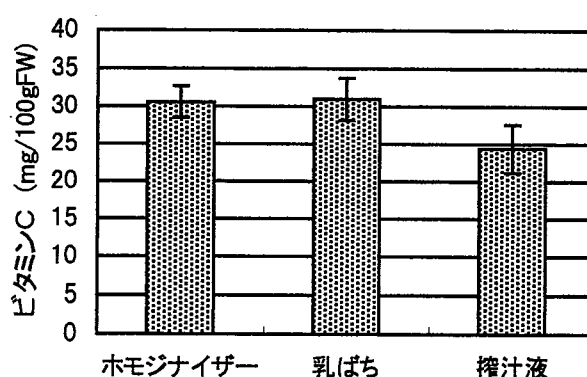


図3 抽出方法の違いによるビタミンC抽出効率

ほぼ同一にした条件下でも抽出量のばらつきが大きく、抽出法としては困難と思われた。

(3) RQフレックスによるビタミンC簡易測定法の検討

RQフレックスによるビタミンC含有率の測定値は、HPLC法による還元型および総ビタミンC含有率と相関が非常に高く($r=0.8535$ および $r=0.8304$)、回帰式はそれぞれ $y=1.124x-3.553$ および $y=1.124x+1.424$ となった(図4)。

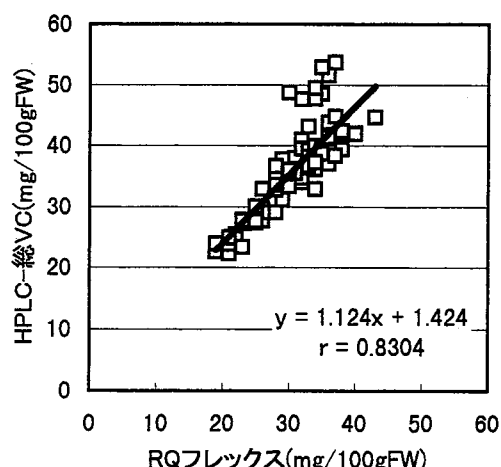
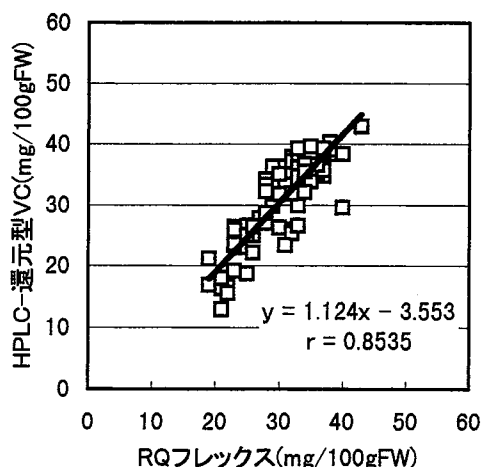


図4 RQフレックス測定値とHPLCによる還元型および総ビタミンC含有率の関係

考 察

実態調査の結果、キャベツのビタミンC含有率の平均値は34.3 mgで、四訂日本食品標準成分表（以下、四訂成分表）の44 mgと比べて低い値を示した（表3）。これらの値は、7月中旬～10月中旬の収穫物を対象として得られた結果であり、試料採取場所、時期等の不明な四訂成分表の値とは一律には比較できない。しかし、キャベツが重要なビタミンC供給源であることを考えると、四訂成分表の値を下回ることの問題は大きい。また、ビタミンC含有率の平均値は、7～9月収穫物に比べ10月収穫物では上昇し、四訂成分表の44 mgを上回る個体が3割以上に高まった。このため、道内の主要な作型のうち、7～9月どりのキャベツに関して、重点的なビタミンC向上対策が必要と考えられる。

全試料の52%がビタミンC含有率の平均値を下回り、今後、キャベツのビタミンC含有率向上を目指すには、低水準のものを底上げすることが重要である。このため、技術開発上の目標として比較的達成しやすい最低限の指標値を、当面35 mgに設定するのが妥当と思われる。最低値が35 mg以上となれば、夏どりキャベツのビタミンC含有率は大幅に向上する。

ビタミンC含有率向上に関する技術開発のためには、簡易なビタミンC測定法の利用が必須となる。そこで、簡易抽出法およびRQフレックスによる測定法を検討した。その結果、簡易抽出法としてはメタリン酸存在下でホモジナイザーあるいは乳ばちを用いた磨砕抽出法が適当と考えられた。すなわち、抽出液に純水を用いた場合、抽出操作中からビタミンC含有率が低下し、時間経過とともにさらに低下した。また、ニンニク絞り器による圧搾抽出は、キャベツの場合には細胞内からの抽出が不完全と思われ、搾汁原液の抽出効率が低く、適用は困難であった。次に、RQフレックスによる測定法は、試験紙を抽出液に浸漬し、呈色部を小型反射式光度計で測定するもので、還元型ビタミンC含有率の簡易測定法としてハウレンソウなどの野菜で適用できることが報告されている³⁾。本試験のキャベツについても、RQフレックスによる還元型ビタミンC含有率の測定値は、HPLC法による値と相関が高く（図4）、簡易測定法として適用可能と考えられる。さらに、キャベツのビタミンC含有率の指標値（総ビタミンC含有率35 mg）を達成しているか否かの判定のために、総ビタミンC含有率との関係についても検討した。その結果、RQフレックスの値はHPLCによる総ビタミンC含有率よりもやや低い値となるが、RQフレックスの値が35 mgを上回った場合、概ね指標値を超える値となった。そのため、メタリン酸抽出液をRQフレックスで分析した値が35 mgを超えていることで、指

標値を達成しているか否かの判定が可能であった。

キャベツのビタミンC含有率の変動要因について検討した結果、以下の要因が明らかとなった。①経時の変化として、外葉部のビタミンC含有率は生育期間中はほぼ一定して高かったが、結球部では結球初期に最も高く、生育が進むにつれ低下し、収穫期には1/2以下となった（図1）。②窒素施用量の増加により結球重が高まり、ビタミンC含有率は低下した（表4）。③作型の影響として、7～9月収穫ではビタミンC含有率が低い傾向にあり、10月収穫では最も高い値を示した（表3、4）。葉菜類のビタミンC含有率の変動要因に関しては、ハウレンソウ²⁾で報告されており、夏どり作型および過剰な窒素施用量などの要因でビタミンC含有率が低下することが示された。また、キャベツについては、12～4月の冬季収穫時期でビタミンC含有率が高く、それ以外の期間では低下することが報告されており⁴⁾、本試験での7～9月の夏期高温時にビタミンC含有率が低下するのと同様の傾向であった。

前述の①および②から、収穫期を早め、過剰な窒素施用を控え、規格内でやや小型な個体を収穫することにより、ビタミンC含有率の高いキャベツを収穫できることが示唆された。

引用文献

- 1) 石井現相. "HPLCによる野菜のビタミンCの迅速定量法". 平成2年度北海道地域主要研究成果情報. 1991. p.73-76.
- 2) 目黒孝司, 吉田企世子, 山田次良, 下野勝昭. "夏どりハウレンソウの内部品質指標". 日本土壤肥科学雑誌. 62, 435-438 (1991).
- 3) 建部雅子, 米山忠克. "作物栄養診断のための小型反射式光度計システムによる硝酸および還元型アスコルビン酸の簡易測定法". 日本土壤肥科学雑誌. 66, 155-158 (1995).
- 4) 辻村 卓, 小松原晴美, 荒井京子, 福田知子. "出回り期が長い食用植物のビタミンおよびミネラル含有量の通年成分変化[1]". ビタミン. 71, 67-74 (1997).

The Actual Situation and Changing Factors of Ascorbic Acid Content of Summer Harvesting Cabbage

Seiichi KOMIYAMA*, Akihiro FURUDATE and Takashi MEGURO

* Hokkaido Cent. Agric. Exp. Stn., Naganuma, Hokkaido, 069-1395 Japan.