

コマツナのうま味・甘味・苦味等に及ぼすアミノ酸組成の解明

[平成30～令和3年度]

宮澤直樹・馬場 隆・石本太郎*・堀江秀樹*

(江戸川分場・*食技セ) *現産技研食技セ

【要 約】遊離アミノ酸は単独ではコマツナのうま味・甘味・苦味に大きな影響は及ぼさないが、遊離糖はコマツナの甘味に影響する。また、多肥や遮光処理がコマツナの味に及ぼす影響については今回の試験の範囲では確認できなかった。

【目 的】

近年、高付加価値化を目指した野菜の味に関する研究が盛んに行われている中で、コマツナに関する研究事例は少ない。そこで、野菜の味に重要と考えられる遊離アミノ酸について、変動要因を明らかにする。また、遊離アミノ酸等の含有成分がコマツナの味に及ぼす影響について成分分析と官能評価の両面から解析する。

【成果の概要】

1. コマツナの遊離アミノ酸変動要因

1) 遊離アミノ酸の季節変動

コマツナの遊離アミノ酸には季節変動が認められた(図1)。葉身では、苦味アミノ酸含量に気温との関連は認められないが、うま味、甘味アミノ酸含量は収穫期が低温なほど増加する傾向にあり、その結果総アミノ酸含量も増加した。一方葉柄では、苦味アミノ酸含量は季節変動を示さず、うま味アミノ酸含量も厳寒期に増加したがその他の季節では変動を示さなかった。甘味アミノ酸含量は葉身と同様の傾向を示したが、葉身ほどの気温との強い関連はなかった。個別のアミノ酸で最も変動が大きかったのは甘味アミノ酸であるプロリンである。収穫期の気温とプロリン含量の関係をみると(図2)、葉身では、収穫1-7日前平均気温が18.5℃付近まではプロリンがほとんど含まれていないが、12.2℃以下からプロリン含量が増加し始め、6.6℃で顕著に増加した。一方葉柄では、11.6℃までは含まれなかったが、6.6℃で大幅に増加した。

2) 収穫後の冷蔵日数による遊離アミノ酸の変動

10℃冷蔵において、冷蔵日数の違いによる遊離アミノ酸の変動を確認した(表1)。葉身では、冷蔵1日では変動は認められなかったが、冷蔵5日目で降甘味アミノ酸、苦味アミノ酸が急増した。葉柄では、甘味アミノ酸は冷蔵1日目のみ減少し、苦味アミノ酸は冷蔵5日目で降増加したが、葉身ほど大きな変動はなかった。また、冷蔵日数間では水分含量に大きな差はなく、乾燥による濃縮は認められなかった。

2. 含有成分がコマツナのうま味・甘味・苦味に及ぼす影響

1) 遊離アミノ酸および遊離糖の影響 ～品種間および部位間の比較～

味の異なる3品種「いなむら、美翠、神楽坂」および「いなむら」の葉身と葉柄について、分量と官能評価結果を比較することで、遊離アミノ酸および遊離糖がコマツナのうま味・甘味・苦味に及ぼす影響を調査した(図3, 図4, 図5)。品種間のアミノ酸含量と官能評価結果(図3)を比較すると、11月収穫/葉柄のうま味アミノ酸は「神楽

坂」で有意に高く、官能評価のうま味得点も高かった。2月収穫/葉身の甘味アミノ酸は「いなむら」で有意に高いが、官能評価では品種間差はなかった。一方、10月収穫/葉柄の官能評価では「美翠」に比べて「神楽坂」で有意にうま味得点が高いが、うま味アミノ酸含量に差はなかった。また、2月収穫/葉身の官能評価では「神楽坂」に比べて「美翠」が有意に苦味得点は高いが、苦味アミノ酸に差はなかった。糖については、糖含量の多かった2月収穫で甘味度(ショ糖換算)が他品種より高い「神楽坂」が、官能評価の甘味得点も高い傾向にあった(図3下段, 図4)。「いなむら」部位間の官能評価は(図5), 低温期の作型ほど部位間の得点差が大きく, うま味, 苦味得点は葉身の方が高く, 甘味得点は葉柄の方が高かった。2月収穫のうま味, 苦味アミノ酸は葉身, 甘味度(ショ糖換算)は葉柄の方が高いため, 官能評価結果と傾向が一致するが, 甘味アミノ酸は部位間で差がなく, 官能評価結果と異なった(図3下段, 図4, 図5)。したがって, コマツナの甘味はアミノ酸ではなく糖が影響を及ぼす可能性が示唆された。一方, うま味, 苦味アミノ酸については味への影響が明らかではなかった。

2) 遊離アミノ酸, 総ポリフェノールの影響 ~季節間の比較~

経験的に夏は苦く, 冬は甘いと言われるが, 季節間の味の差を評価した事例はないため, 各作型の茹でたコマツナを冷凍し, 同時に官能評価を実施した。その結果, 葉身, 葉柄ともに, 夏作に比べて冬作で有意にうま味, 甘味が強く, 苦味は差がなかった(表2)。本試験では, アミノ酸とともにポリフェノールについても分析した(表3)。遊離アミノ酸含量は1-1)と同様の傾向を示し, 官能評価結果と傾向が一致した。総ポリフェノール含量については, 季節間差は小さかったが, 葉柄に比べて苦味の強い葉身部に多く含まれていた(表3, 図5)。

3) コマツナの遊離アミノ酸組成および糖組成を模した水溶液の官能評価

これまでの試験で, うま味, 苦味アミノ酸がコマツナの味に与える影響が明らかではなかったため, 夏作および冬作の葉身の遊離アミノ酸組成および組成が明らか 2019年度冬作葉柄の糖組成を模した水溶液のうま味, 甘味, 苦味を, 溶媒である水と識別できるか官能評価を行った(表4)。その結果, 糖組成水溶液は水および冬作アミノ酸組成水溶液と比べて有意に甘味が強く, 甘味を識別できたため, 糖が甘味に影響を及ぼしている可能性を支持する結果となった。一方, 冬作アミノ酸組成水溶液は, 水や夏作アミノ酸組成水溶液とうま味, 甘味, 苦味の強度の違いを識別できなかったため, 遊離アミノ酸単独ではコマツナのうま味, 甘味, 苦味への影響は大きくないことが示唆された。

3. 多肥および収穫1週間前からの遮光がコマツナの含有成分および味に与える影響

多肥(施肥窒素量2倍)により, 葉身, 葉柄ともにアミノ酸含量は増加した。葉身の総ポリフェノール含量は変化はなかった。また, 硝酸イオンは葉身で41%増加した。一方, 遮光の有無でアミノ酸含量に差はなかった。また, 葉身の総ポリフェノール含量は遮光によりやや低下するものの, 低下量は15%程度であった。硝酸イオン含量は葉柄で39%増加した(表5)。なお, 官能評価の結果, 多肥および遮光いずれも味への大きな影響はなかった(表6)。また, ポリフェノールおよび硝酸イオン含量は, 試験区間に大きな差はなかったため, 味への影響は明らかではなかった。

【残された課題・成果の活用・留意点】

1. コマツナの味を評価する指標として, アミノ酸以外の成分の関与も検討が必要である。

【具体的データ】

- ①2020/10/29～12/29 ④2021/4/1～5/2 ⑦2021/8/24～9/24
- ②2020/10/20～12/2 ⑤2020/4/30～5/29 ⑧2020/8/28～9/23
- ③2019/12/16～2020/2/18 ⑥2021/6/4～6/29 ⑨2020/8/4～8/31

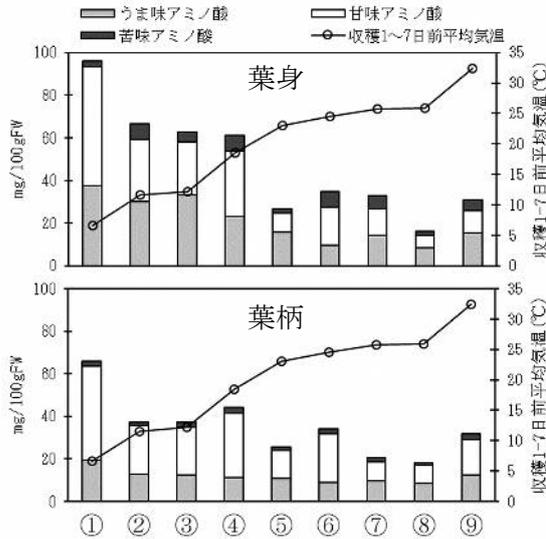


図1 2019年～2021年の9作における遊離アミノ酸の季節変動
気温はハウス内の地上10cmの位置で1時間おきに測定。

本試験における各味質アミノ酸の内容

うま味：アスパラギン酸, グルタミン酸
甘味：グルタミン, スレオニン, セリン, グリシン, アラニン, プロリン
苦味：バリン, リジン, アルギニン, イソロイシン, ロイシン, チロシン, フェニルアラニン, ヒスチジン

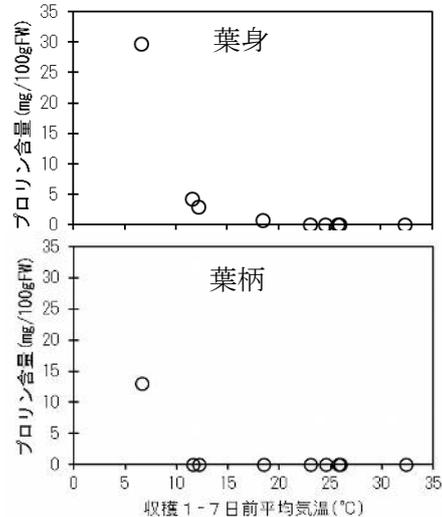


図2 9作における収穫1～7日前平均気温とプロリン含量の関係
気温はハウス内の地上10cmの位置で1時間おきに測定。

表1 10℃冷蔵における冷蔵0, 1, 5, 8日目におけるアミノ酸含量および水分含量

部位	冷蔵 日数	アミノ酸含量(mg/100gFW)				水分含量 (%)
		うま味	甘味	苦味	総量	
葉身	0日	8.4 a	5.9 a	2.0 a	16.3 a	93.2
	1日	9.6 a	5.8 a	4.4 a	19.8 a	93.2
	5日	11.8 a	21.5 b	21.2 b	54.5 b	94.0
	8日	11.8 a	28.2 c	28.2 c	68.2 c	93.8
葉柄	0日	8.6 a	8.3 a	1.2 a	18.1 a	97.0
	1日	6.5 a	5.7 b	1.5 a	13.7 b	97.1
	5日	7.1 a	7.8 a	5.2 b	20.1 ac	97.3
	8日	6.9 a	9.0 a	5.9 c	21.7 c	97.2

同一部位、味質において、異なる英文字間には、Tukey-Kramer法により5%水準で有意差あり(n=3)。

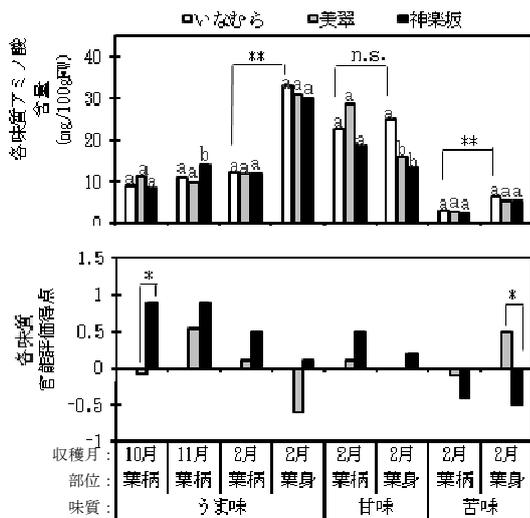


図3 各味質アミノ酸含量(上段) および各味質の官能評価(下段)。

官能評価では、パネルは10～11名。各作型の部位ごとに、「いなむら」を基準として「美翠、神楽坂」のうま味、甘味、苦味を7段階採点法で評価し、平均値を下段図に示した。アミノ酸含量および官能評価結果で有意差がある部分について抜粋し、図3に示した。

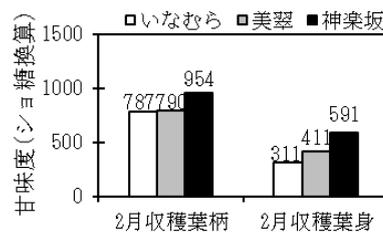


図4 2月収穫コマツナの甘味度(シヨ糖換算)

$$\text{甘味度(シヨ糖換算)} = \text{果糖含量(mg/100gFW)} \times 1.25 + \text{ブドウ糖含量(mg/100gFW)} \times 0.6 + \text{シヨ糖含量(mg/100gFW)} \times 1.0$$

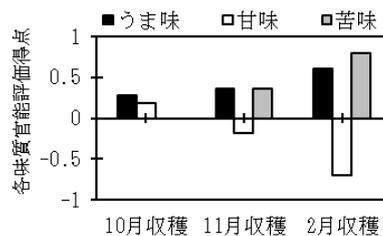


図5 「いなむら」葉柄を基準とした「いなむら」葉身の官能評価得点

官能評価は図3下段と同様の方法で実施。

表2 コマツナ季節間の官能評価(順位法)

部位	試験区	評点 ^a		
		うま味	甘味	苦味
葉身	春作	17 ab	19 ab	18 a
	夏作	26 a	26 a	18 a
	秋作	16 ab	18 ab	13 a
	冬作	11 b	7 b	21 a
葉柄	春作	19 ab	19 ab	19 a
	夏作	26 a	27 a	12 a
	秋作	16 ab	17 ab	17 a
	冬作	9 b	7 b	22 a

表4 水溶液の官能評価(順位法)

試験区	評点 ^a		
	うま味	甘味	苦味
夏作葉身のアミノ酸組成 ^b	19 a	19 ab	17 a
冬作葉身のアミノ酸組成 ^b	18 a	21 a	16 a
蒸留水	20 a	22 a	14 a
2019年度冬作葉柄の糖組成 ^b	13 a	8 b	23 a

a) パネルは7名。順位法により4試料をうま味, 甘味, 苦味を強い順に並べさせ, 評点は以下の式で算出した。低い順位の評価が多いほど値が高くなる。
 評点=Σ (n位と評価したパネリスト数) × n (n=1-4)。Newell&MacFarlaneの検定表により, 異なる英文字間には5%水準で有意差あり。
 b) アミノ酸組成は含量の多い葉身, 糖組成は果糖, ブドウ糖, ショ糖含量が明らかになっている2020年2月収穫において含量の多い葉柄の組成を用いた。

表3 遊離アミノ酸含量, 総ポリフェノール含量および水分含量の季節間比較

部位	試験区	収穫1~7日前 平均気温(°C) ^a	アミノ酸含量(mg/100gFW) ^b				総ポリフェノール含量 ^c (mg/100gFW)	水分含量 (%)
			うま味	甘味	苦味	総量		
葉身	春作	18.5	23.2 a	29.7 a	8.1 a	61.0 a	77	91.4
	夏作	25.8	14.1 b	12.4 b	5.7 a	32.2 b	81	93.9
	秋作	11.6	30.1 c	30.3 a	5.3 a	65.7 a	89	92.7
	冬作	6.6	37.4 d	57.0 c	3.8 a	98.2 c	97	91.7
	平均気温との相関係数		-1.00	-0.92	0.57	-1.0	—	—
葉柄	春作	18.5	11.4 a	30.2 ac	2.8 a	44.4 a	8	96.4
	夏作	25.8	9.8 a	8.8 b	1.9 a	20.5 b	—	97.2
	秋作	11.6	12.9 a	23.7 ab	2.0 a	38.6 ab	—	96.2
	冬作	6.6	19.2 b	46.0 c	2.3 a	67.5 c	—	94.5
	平均気温との相関係数		-0.90	-0.86	-0.12	-0.9	—	—

a) 図1と同様の方法で測定。b) 同一部位, 味質内において, 異なる英文字間には, Tukey-Kramer法により5%水準で有意差あり (n=3)。
 c) 生のコマツナから熱水抽出し, 分光光度計を用いたフォーリンチオカルト法にて, L-アスコルビン酸の影響を減算した上で没食子酸相当量として算出した。

表5 多肥および収穫1週間前からの遮光^aが遊離アミノ, 硝酸イオン, ポリフェノール含量に与える影響

部位	試験区	アミノ酸含量(mg/100gFW)				硝酸イオン含量 ^a (mg/100gFW) ^b	総ポリフェノール含量 (mg/100gFW) ^b	水分含量 (%)
		うま味	甘味	苦味	総量			
葉身	慣行区	9.6	17.9	7.1	34.6	315	66	92.8
	多肥区	11.8	27.0	10.9	49.7	445	62	93.0
	t検定 ^c	n. s.	n. s.	***	*	—	—	—
葉柄	慣行区	8.7	23.0	2.6	34.3	468	—	97.0
	多肥区	10.3	35.0	3.7	48.9	493	7	96.8
	t検定	n. s.	*	n. s.	*	—	—	—
葉身	遮光無	14.1	12.4	6.2	32.7	250	81	93.9
	遮光有	11.6	11.6	6.3	29.4	273	69	94.0
	t検定	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	—	—	—
葉柄	遮光無	9.8	8.8	1.9	20.5	293	—	97.2
	遮光有	8.9	10.3	2.2	21.4	408	—	97.4
	t検定	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	—	—	—

a) 施肥および遮光試験は, 同一ハウス内で実施した。多肥区は窒素施肥量を2倍, 遮光有区は, 45-50%遮光クールホワイトを収穫1週間前からトンネル被覆した。
 b) 表3-(c)と同様の方法で抽出した。硝酸イオン含量はRFlexを用いて測定した。 c) *:P<0.05, ***:P<0.005, n. s.:P>0.05

表6 施肥および遮光試験における官能評価(2点比較法)

部位	評価項目	施肥試験			遮光試験		
		慣行区	多肥区	検定	遮光無	遮光有	検定
葉身	うま味が強い方	3	5	n. s.	6	2	n. s.
	甘味が強い方	2	6	n. s.	4	4	n. s.
	苦味が強い方	6	2	n. s.	3	5	n. s.
葉柄	うま味が強い方	4	4	n. s.	6	2	n. s.
	甘味が強い方	3	5	n. s.	5	3	n. s.
	苦味が強い方	4	4	n. s.	3	5	n. s.

a) パネルは8名。「慣行区と多肥区」および「遮光無と遮光有」を部位ごとに2点比較法にて官能評価した。表中の数字はパネリスト数を表す。
 b) 二項分布を用いた検定により, n. s.は有意差がないことを示す。

【発表資料】

- ・平成30~31年度研究速報および平成31年~令和3年度成果情報
- ・令和2年度 園芸学会春季大会(ポスター発表)