

# アスパラガスの $\gamma$ -アミノ酪酸増加技術

清水篤 石々川英樹

## Examination of the gamma-aminobutyric acid increase technology in asparagus.

SHIMIZU Atsushi and ISHIISHIKAWA Hideki

### 要 旨

アスパラガスに含まれる $\gamma$ -アミノ酪酸含量は、50~60℃の通風加熱条件下で300分間加熱処理することにより、生アスパラガスの約36倍に相当する100gあたり30mg程度（乾燥粉末では380mg/100g）に増加した。

また、若茎の先端部に近いほど、 $\gamma$ -アミノ酪酸の増加量は顕著であったが、茎径の違いや主な品種間における増加量の違いはほとんど無かった。

キーワード： $\gamma$ -アミノ酪酸，アスパラガス，加熱，粉末化

### 1. 緒言

ギャバと呼ばれる $\gamma$ -アミノ酪酸は、抗ストレス作用などの機能が期待される遊離アミノ酸である。

農産物における $\gamma$ -アミノ酪酸は、トマト（20~30mg）のほか、発芽玄米（15~20mg）などに比較的多く含まれることが知られている。

また、アスパラガスをはじめとするいくつかの野菜は、嫌気的な条件で加熱処理を行うことで $\gamma$ -アミノ酪酸含有量が大幅に増加することが知られており、これはグルタミン酸を $\gamma$ -アミノ酪酸に変化させるグルタミン酸脱炭酸酵素の作用であり、加熱が野菜の内在酵素の活性を高めて増加することが一般的に知られている。

さらに、グルタミン酸ナトリウムや酵素を添加する方法によって、より高濃度の $\gamma$ -アミノ酪酸を含む食品素材が開発され市販されている。

生アスパラガスの $\gamma$ -アミノ酪酸含有量は平均で1.5mg程度で、乾燥粉末を試作する過程の成分分析により、ごく一般的な加熱乾燥処理によって、 $\gamma$ -アミノ酪酸含量が増加することを確認した。

その最適な加熱条件を明らかにすることは、 $\gamma$ -アミノ酪酸を多く含むアスパラガス粉末の製造技術への発展を可能とする。

ここでは、その基礎的な情報を収集する目的で、乾

燥温度や処理時間の違いが $\gamma$ -アミノ酪酸の含量に与える影響を明らかにするとともに、アスパラガスの部位による $\gamma$ -アミノ酪酸増加量の違いや品種間差の確認に加え、粉末の材料として想定される基部の直径が5mm未満アスパラガスを用いた場合について検討し、知見を得たので報告する。

### 2. 材料および方法

#### 2.1 加熱温度別 $\gamma$ -アミノ酪酸含量変化

供試したアスパラガスの品種は‘ウエルカム’で、加熱温度は、40, 50, 60, 70, 80℃の5温度とし、通風条件で加熱を行った。

加熱時間は、それぞれの温度設定毎に、10, 30, 60, 120, 180, 240, 300分および無加熱（生）を各2反復とした。

供試したアスパラガス若茎は、可能な限り同じサイズのをそれぞれ縦割りに等分割したものとした。

加熱は各温度ごとに行い、加熱時間を設定した数のアスパラガスを加熱乾燥機に入れて加熱を開始し、各設定時間に達する度に取り出して抽出処理を行った。なお、加熱には通風乾燥機を用いた。

$\gamma$ -アミノ酪酸を含む遊離アミノ酸の抽出方法は次のとおりである。

80%エタノール 10ml に細かく切断した加熱済アスパラガスを加え、ホモジナイザーでペースト状になるまで磨砕した後に十分に振とうし、遠心分離機 (3,000rpm 5min) によって得られた上澄を抽出液とした。

定容した抽出液から 50  $\mu$ l をサンプルチューブにとり、遠心エバポレーターで乾固した後にアミノ酸分析のため WAKO PITC ラベル化法による誘導体化を行った。

誘導体化は、乾固したサンプルにトリエチルアミン 20  $\mu$ l を加えて振とうし、遠心エバポレーターで乾固した後にイソチオシアン酸フェニル 20  $\mu$ l を加えて室温に 20 分間おいて反応させ、再度、遠心エバポレーターで乾固して作成した。

分析には高速液体クロマトグラフィーを用い、容離液は WAKO PTC-Amino Acids Mobile Phase A 及び Phase B の 2 液グラジエントとした。

グラジエント条件(送流量 1.0ml/s) Time(min)/B.conc (%) = 0/0  $\rightarrow$  15/70  $\rightarrow$  15.1/100  $\rightarrow$  21/100 検出器は UV 吸光度計で 254nm の吸光度を測定した。なお、 $\gamma$ -アミノ酪酸の含有量は、すべて加熱前の生アスパラガス 100g あたり重量 (mg) で示した。

## 2.2 品種別 $\gamma$ -アミノ酪酸含量

供試したアスパラガス若茎の品種は、‘ウエルカム’、‘スーパーウエルカム’ (鳥取県産)、‘緑のささやき’、‘さぬきのめざめ’、‘UC157’ (ペルー産) を用いた。

分析は 2010 年 8~9 月に行ったが、UC157 については国産品種と入れ替わる 11 月以降に調査した。

加熱条件は、60 $^{\circ}$ C 120 分の通風加熱および無加熱(生)とし、各品種 2 反復とした。なお、抽出・分析の各方法

法は 2.1 と同じとした。

## 2.3 部位別アスパラガスの $\gamma$ -アミノ酪酸含量

供試したアスパラガス若茎の品種は ‘ウエルカム’ とした。

アスパラガスの部位は、全長 18cm の若茎を 3 分の 1 の長さで切断した先端茎、中間茎、基部茎の 3 種類とした。なお、分析用サンプルは、同じサイズのアスパラガス若茎を 3 等分した後にそれぞれ縦に 2 等分したものとし、各 2 反復で調査をした。

また、アスパラガス若茎の鱗片葉、頂芽を除いた茎本体および鱗片葉、頂芽のみの  $\gamma$ -アミノ酪酸含有量についても分析をした。

鱗片葉、頂芽は 60 $^{\circ}$ C で加熱すると 2 分で乾燥し、 $\gamma$ -アミノ酪酸含量は全く増加しないため、やや温度を下げた 45 $^{\circ}$ C で加熱し、比較をした。

部位別アスパラガスは、60 $^{\circ}$ C 120 分の通風加熱および無加熱(生)とし、各品種 2 反復により、通風による加熱とした。なお、抽出・分析の各方法は 2.1 と同じとした。

## 2.4 茎径の細いアスパラガスの $\gamma$ -アミノ酪酸含量

供試したアスパラガス品種は、‘ウエルカム’ で、根元の軸径 5mm 前後以下のものを用いた。

分析用サンプルは切断せずに若茎全体をそのまま用いた。

加熱条件は、60 $^{\circ}$ C 120 分の通風加熱および無加熱(生)とし、各品種 2 反復とした。なお、抽出・分析の各方法は 2.1 と同じとした。

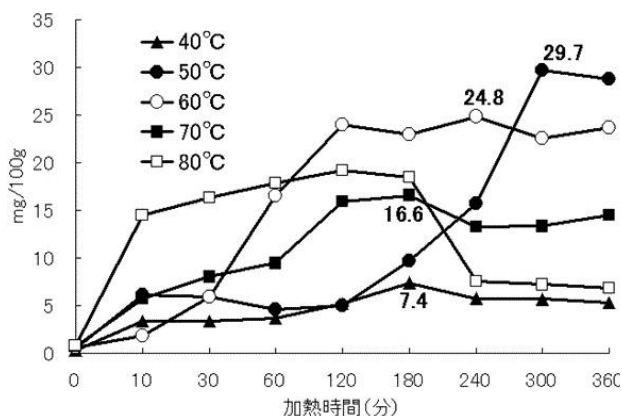


図1 加熱温度別  $\gamma$ -アミノ酪酸含量

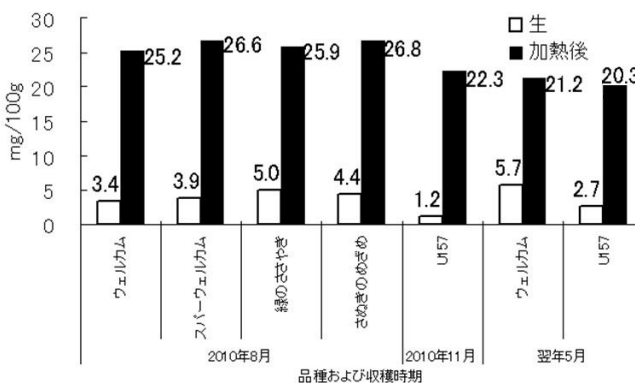


図2 品種別の  $\gamma$ -アミノ酪酸含量

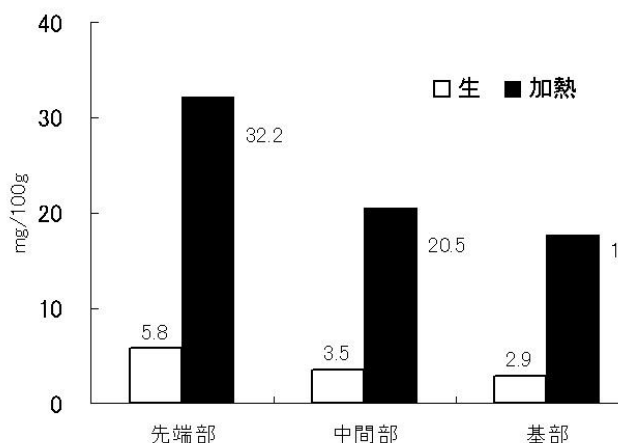


図3 部位別のγ-アミノ酪酸含量 60°C120分

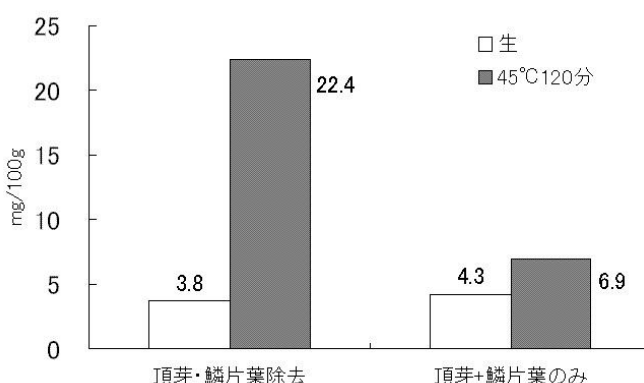


図4 頂芽除去アスパラガスのγ-アミノ酪酸含量

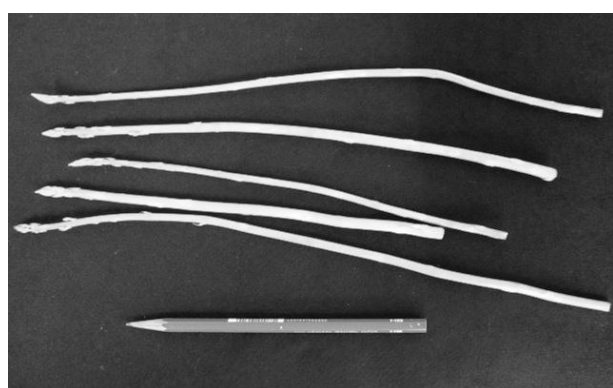


図5 規格外アスパラガスの一例

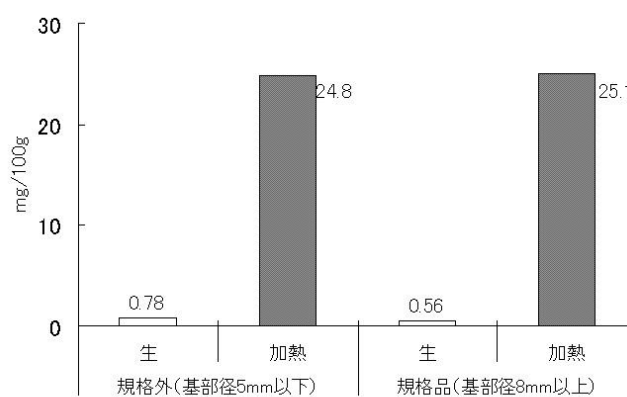


図6 規格別のγ-アミノ酪酸含量 60°C120分

### 3. 結果

#### 3.1 加熱温度別γ-アミノ酪酸含量変化

アスパラガス(全茎)の通風条件による加熱では、γ-アミノ酪酸の増加量は50°C300分で最も多く、29.7mg/100gであった(図1)。

50°C加熱に次いで、60°C240分の加熱処理によりγ-アミノ酪酸含量は24.8mg/100gに増加した(図1)。

また、70°C及び80°Cの加熱処理におけるγ-アミノ酪酸含量は20mg/100g以下であった(図1)。

#### 3.2 品種別γ-アミノ酪酸含量

60°C120分の加熱処理後のγ-アミノ酪酸含量の最も多い品種は‘さぬきのめざめ’で26.8mg/100g、最も少ない品種は‘ウェルカム’で25.2mg/100gであった(図2)。

また栽培時期の異なる、‘UC157’のγ-アミノ酪酸含量は22.3mg/100gであった(図2)。

2012年5月の‘ウェルカム’のγ-アミノ酪酸含量は21.2mg/100gで、‘UC157’は20.3mg/100gであった(図2)。

#### 3.3 部位別アスパラガスのγ-アミノ酪酸含量

アスパラガス若茎を3分の1に等分切断した先端部は、加熱処理後のγ-アミノ酪酸含量は32.2mg/100gで、中間部は20.5mg/100g、基部は17.7mg/100gとなった(図3)。

また、頂芽および鱗片葉を除いた茎本体のみのγ-アミノ酪酸含量は22.4mg/100gで、頂芽および鱗片葉のみでは6.9mg/100gであった(図3)。

#### 3.4 茎径の細いアスパラガスのγ-アミノ酪酸含量

アスパラガスの規格別では、60°C120分の加熱処理後のγ-アミノ酪酸含量は、基部径5mm以下のアスパラガス(図5)で24.8mg/100g、基部8mm以上の規格品では25.1mg/100gであった(図6)。

### 4. 考察

アスパラガスのγ-アミノ酪酸含量を増加させるためには、50~60°Cの温度条件が望ましく、60°C240分の加熱処理で約40倍、50°C300分の加熱処理により60倍に増加させることが可能であった。

70℃及び 80℃の加熱処理でも  $\gamma$ -アミノ酪酸含量は増加したが、加熱開始直後から 30 分までに急激に増加し、それ以降の増加はほとんど見られなかった。

これは、加熱開始直後のアスパラガスが高温に達しないうちに  $\gamma$ -アミノ酪酸含量が急激に増加し、その後高温で酵素活性が低下したためと推察される。

また、アスパラガスの品種別  $\gamma$ -アミノ酪酸含量の変化では、供試した品種の  $\gamma$ -アミノ酪酸含量は 26mg/100g 前後で、同様の傾向が見られた。

その差は最大でも 1.6mg/100g と小さかった (図 2)。

それに対し、栽培時期の異なる 'UC157' については、最少でも 3mg/100g 以上の差が見られた (図 2)。

このことから、'UC157' 除く品種の  $\gamma$ -アミノ酪酸含量には、差が無いものと思われた。

また、後日 'UC157' と 'ウエルカム' と比較した結果では両者に差が認められなかったが、栽培時期により差が生じることが示唆された。

アスパラガスの部位別の分析結果からは、生のアスパラガス若茎は先端ほど  $\gamma$ -アミノ酪酸の含有量は多く、加熱処理後の  $\gamma$ -アミノ酪酸含有量は、先端部で生 (非加熱) の 5.6 倍に増加することが判明した。

また、中間部や基部でも生の約 6 倍の含有量に増加していたが、先端部は基部の倍量近くまで増加していた。

これは、グルタミン酸を  $\gamma$ -アミノ酪酸へと誘導するグルタミン酸脱炭酸酵素の活性が先端部で特に高いことを示すものと思われた。

また、若茎の先端部に特に多く着生している鱗片葉や頂芽だけを集めて加熱処理をすると、グルタミンやグルタミン酸は含まれるものの、 $\gamma$ -アミノ酪酸含有量の増加は少なかったことから、グルタミン酸脱炭酸酵素の活性は鱗片葉や頂芽の部分よりも茎の本体部分で高いと考えられた。

これらのことから、 $\gamma$ -アミノ酪酸を多く含有するアスパラガス粉末を作成するためには、原料にアスパラガスの先端部が多く含まれる条件が望まれるが、鱗片葉や頂芽の欠落は  $\gamma$ -アミノ酪酸の増加に影響しないと思われた。

次に、アスパラガス若茎の茎径の違いによる比較では、加熱処理後の  $\gamma$ -アミノ酪酸含有量の差はわずか 0.3mg でありほとんど変わらないことも判明した。

よって、生食用としては出荷できない基部径 5mm 以下のアスパラガスも粉末の原料として活用できると考えられた。

以上のとおり、今回検討したアスパラガスでは、 $\gamma$ -

アミノ酪酸が加熱温度、時間により増加し、50℃300 分の加熱処理で 30mg 近くまで増加することが認められた。ただし、アスパラガス若茎の部位や栽培された時期等でその増加量に差があることも分かった。

加熱時間については、径の太さにより熱の伝わる時間が異なることも考えられるため、加熱時間は軸の径等により多少調整する必要があると思われる。

また、嫌気性条件で加熱すればさらに多くの  $\gamma$ -アミノ酪酸が増加する知見 (根角ら, 1998) も報告されている等、新たな加熱条件によっては、 $\gamma$ -アミノ酪酸含有量がさらに増加する可能性もある。

例えば、粉末化工程の加熱乾燥の前処理として嫌気環境で加熱処理するような予備処理を行えば、 $\gamma$ -アミノ酪酸含有量をさらに増加できる可能性も考えられる。

また、粉末化の材料としては、今回検討した茎径の細かいアスパラガス若茎だけでなく、若茎の長さの規格を揃えるために切り落とした端茎部分だけを用いられることも多い。この部分は極めて安価に入手はできるが、今回の加熱条件では  $\gamma$ -アミノ酪酸含有量の増加は少なく、嫌気条件加熱等の新たな加熱処理を検討する必要がある。

## 引用文献

- 大野一仁, 松長崇, 佐野和男 (2007): 野菜による  $\gamma$ -アミノ酪酸の蓄積, 愛媛県工業試験場報告, **45**, 15-37.
- 澤井祐典, 許斐健一, 小高保喜, 吉富均, 山口優一, 深山大介 (1999): 嫌気処理した茶葉の茎における  $\gamma$ -アミノ酪酸含量, 日本食品科学工学会誌, **46** (4), 274-277.
- 根角厚司, 武田善行 (1998): 茶葉中  $\gamma$ -アミノ酪酸 (GABA) の簡易生成法の検討, 日本作物学会九州支部会報, **64**, 53-55.
- 松本恭郎, 大野一仁, 別所康守, 平岡芳信 (1997):  $\gamma$ -アミノ酪酸を蓄積させた機能性食品素材の利用研究 (第 2 報) 農産物の生理機能活用した  $\gamma$ -アミノ酪酸の蓄積技術, 平成 8 年度愛媛県工技研究報告, **38**, 37-77.
- 松本恭郎, 大野一仁, 平岡芳信 (1996):  $\gamma$ -アミノ酪酸を蓄積させた機能性食品素材の利用研究 (第 1 報) 野菜及び果実中のギャバとグルタミン酸の含量, 平成 8 年度愛媛県工技研究報告, **37**, 97-100.