

沼津産やぶきた緑茶の成分特性

芳野恭士 *1・加藤榛華 *1・留場 柚 *1・芳野広起 *1・鈴木静男 *2

Characteristics of Components in Yabukita Green Tea in Numazu Area

YOSHINO Kyoji *1, KATOH Haruka *1, TOMEBA Yuzu *1, YOSHINO Hiroki *1,
SUZUKI Shizuo *2

Abstract: In this study, we compared the contents of tannin, theanine, free amino acids, and caffeine and antioxidant activity of Yabukita tea leaves cultivated in Numazu area, which were harvested at different seasons from 2018 to 2021. The amounts of theanine, free amino acids and caffeine were the highest in the first flush, and the amounts of tannin were the highest in the second flush. Autumn/winter flush had the lowest contents of all these components, but its antioxidant activity was the strongest. In addition, when the first flush from Numazu area was compared with the commercially available first flush from the central western area of Shizuoka prefecture, it was found that the tea from Numazu area had a large amount of theanine and free amino acids, and had a strong antioxidant effect. Therefore, it was presumed that the first flush from Numazu area had a stronger sweetness and umami than the other teas used in this study. The results of this investigation are considered to be valuable information for understanding the characteristics of tea leaves produced in Numazu area.

Key Words: Green tea, Yabukita, Numazu, Compound, Antioxidant activity

1. はじめに

日本で親しまれている緑茶は、チャ (*Camellia Sinensis* L.) の葉から製造される不発酵茶であり、動脈硬化やがんといった疾病の予防を始めとする多くの保健作用があることが明らかとなっている [1,2]。静岡県は、日本における主要な茶の産地であり、令和3年における茶産出額、令和4年における茶園面積と荒茶生産量がともに全国1位となっている[3]。静岡県内の茶の産地としては、①天竜・森・春野、②中遠、③牧之原、④川根、⑤志田、⑥本山、⑦清水・庵原、⑧富士・沼津・裾野などが挙げられる[4]。このうち、県東部に位置する沼津市では、令和2年における茶産出額が県内8位（シェア4%）、平成21年における茶園面積は県内13位（シェア3%）、同年の荒茶生産量は県内11位（シェア3%）となっており、富士市と裾野市を加えると令和2年における茶産出額は県内シェア12%、平成21年における茶園面積は県内シェア11%、同年の荒茶生

産量は県内シェア9%となる[3]。いずれも県内シェアは高くはないものの、明治時代から茶の生産が盛んな地域である。しかし、その成分に関する情報は十分に知られていない。

そこで本研究では、この地域の代表的な栽培品種であるやぶきたについて、摘採時期が異なる沼津産の茶葉の4つの成分（タンニン、テアニン、総遊離アミノ酸、カフェイン）の含量を測定した。また、茶葉についてよく知られている保健作用の一つである抗酸化作用も測定することで、味や効能の特性について県内の他産地のものと比較し検討した。

2. 材料および方法

2.1 用いた茶試料

愛鷹山麓に位置する沼津市宮本地区で栽培されたやぶきたの春茶、一番茶、二番茶（いずれも生葉）、およびそれに隣接する柳沢地区で栽培された秋冬茶（荒茶）、県中西部産のやぶきたの一番茶（浅蒸し煎茶）を用いた。沼津産の茶葉は、JAふじ伊豆より提供された。県中西部産の茶葉は、100g当たり700円の市販のものを用いた。生葉は十分に乾燥後、荒茶、煎茶と同様に、食品用ミルサーを用いて粉末とした。

*1 物質工学科

Department of Chemistry & Biochemistry

*2 電子制御工学科

Department of Electronic Control System
Engineering

それぞれの茶葉の摘採時期と測定に用いた試料数は、以下の通りである。

- 試料 A : 沼津産春茶 2018 年 3 月 (n=5)
- 試料 B : 沼津産一番茶 2018 年 5 月 (n=3)
- 試料 C : 沼津産二番茶 2018 年 6 月 (n=2)
- 試料 D : 沼津産一番茶 2019 年 4~5 月 (n=8)
- 試料 E : 沼津産二番茶 2019 年 6~7 月 (n=8)
- 試料 F : 沼津産一番茶 2020 年 4~5 月 (n=8)
- 試料 G : 沼津産二番茶 2020 年 6 月 (n=8)
- 試料 H : 沼津産秋冬茶 2021 年 10 月 (n=3)
- 試料 I : 県中西部産一番茶 2021 年 4 月 (n=3)

これらすべての試料について、テアニンとタンニンの測定を行った。また、それ以外の成分の測定は、試料 F~I についてのみ行った。得られた値は、平均値±標準偏差で示した。

2. 2 茶エキスの調製

タンニンおよびテアニンの測定のための茶エキスを、以下のように調製した[5]。各茶葉粉末 50 mg に 50%メタノール 5 mL を加え、25°C で 17 時間振とう抽出した。その後、3000 rpm で 10 分間遠心分離し、上清を 0.45 μm のメンブレンフィルターでろ過して得たるろ液を茶エキスとして用いた。

総遊離アミノ酸量の測定のための茶エキスを、以下のように調製した[6]。各茶粉末 45 mg に熱水 30 mL を加えて 80°C で 30 分間加温した後、0.45 μm のメンブレンフィルターでろ過した。ろ液に 1,1-ジフェニル-2-ピクリルヒドラジルを約 135 mg 加えて 30 分間放置後、3000 rpm で 15 分間遠心して、上清を再度ろ過して得たるろ液を茶エキスとして用いた。

カフェインの測定のための茶エキスを、以下のように調製した[7]。各茶粉末 100 mg に熱水 8 mL を加えて 80°C で 30 分間加温した後、水で全量を 10 mL に合わせて 0.45 μm のメンブレンフィルターでろ過した。最初の 2 mL のろ液はカテキンを多く含んでいるため破棄し、残った 8 mL のろ液を茶エキスとして用いた。

抗酸化作用の測定のための茶エキスを、以下のように調製した。各茶粉末 100 mg に熱水 8 mL を加えて 80°C で 30 分間加温した後、水で全量を 10 mL に合わせて 0.45 μm のメンブレンフィルターでろ過した。ろ液を茶エキスとして用いた。

2. 3 茶エキス中の成分の測定

タンニンの測定は、酒石酸鉄法で行った[8]。茶エキス 0.15 mL に水 0.15 mL を加えて 0.3 mL としたものに 0.05M リン酸緩衝液 (pH7.4) 0.9 mL と酒石酸鉄試薬 0.3 mL を加え、混合した反応液の 540 nm での吸光度を測定した。値は没食子酸エチル相当量で示した。

テアニンの測定は、高速液体クロマトグラフィー (HPLC) 法で行った[5]。HPLC での分析は以下の測定条件で行った。テアニンの保持時間は約 3.5 分であった。

- カラム : 資生堂社製 CAPCELL PAK C18 (250 mm × φ 4.6 mm, 粒径 5 μm)
- 検出器 : 紫外可視分光光度計
- 検出波長 : 210 nm
- 溶出溶媒 : 0.05% リン酸 : アセトニトリル (95 : 5)
- 流速 : 0.8 mL/分
- カラム温度 : 40°C

総遊離アミノ酸量の測定は、ニンヒドリン法で行った[6]。茶エキス 1 mL に 1% ニンヒドリン溶液 : 2 M 酢酸ナトリウム (pH5.5) : 0.05% ビタミン C の 1 : 1 : 2 溶液 2 mL を加え、85°C で 25 分間加温した。反応液を 10 分間水冷した後、3000 rpm で 5 分間遠心分離してその上清の 570 nm での吸光度を測定した。値はグルタミン酸相当量で示した。

カフェインの測定は、クロロホルム抽出法と吸光度法を組み合わせで行った[7]。茶エキス 5 mL にクロロホルム 5 mL を加えて振とう抽出し、下層のクロロホルム層を分取した。これに無水硫酸ナトリウムを加えて水を除去し、272 nm の吸光度を測定した。

2. 4 茶エキスの抗酸化作用の測定

抗酸化作用は 1,1-ジフェニル-2-ピクリルヒドラジル (DPPH) のアゾラジカル消去法で測定した[9]。茶エキス 50 μL に 0.04M リン酸緩衝液 (pH7.4) 850 μL と 0.5 mM DPPH/エタノール溶液 100 μL を加えて直ちに遮光し、20 分間放置した反応液の 525 nm での吸光度を測定した。茶エキスの代わりに水を用いた場合の吸光度を DPPH の 100% として、次式を用いて DPPH のアゾラジカルに対する消去率を算出した。

$$\text{DPPH 消去率 (\%)} = \{(\text{OD}_A - \text{OD}_B) / \text{OD}_A\} \times 100$$

OD_A : 水を用いた場合の吸光度

OD_B : 茶エキスをを用いた場合の吸光度

3. 結果および考察

3. 1 茶エキス中のタンニン量

本研究で用いた酒石酸鉄法は、緑茶中のタンニンの公定分析法として用いられている[10]。茶葉中のタンニン成分

の75%以上はカテキン類であるとされる[11]。カテキンは、抗酸化作用など様々な保健作用を示す[12]と同時に、茶の苦渋味の成分としても知られている[13]。

茶の試料 A~I について、タンニン量を測定した結果を図 1 に示す。沼津産の茶葉では、2018~2020 年のいずれにおいても、一番茶に比較して二番茶の方がその量が多かった。しかし、2021 年の秋冬茶では、それ以前に収穫された一番茶および二番茶よりもその量は低かった。2018 年の春茶も、他の二番茶と同程度に高かった。これまでも、緑茶において一番茶に比較して二番茶や秋芽ではタンニン量が多い[14-16]という報告がある。タンニンの主成分であるカテキン量について見ても、二番茶で最も多く、次いで三番茶、四番茶、一番茶の順に多い[14,15,17]、一番茶や秋冬茶に比較して二番茶の方が多く[18]、二番茶、一番茶、三番茶の順に量が多い[19]といった、今回の結果と同様の報告がある。一方で、二番茶は三番茶と同程度か多いカテキン量を含み、一番茶ではその量が少ないといった報告もある[20]。県中西部産の一番茶のタンニン量は、測定した茶の中では、2020 年の沼津産二番茶に次いで多かった。

3. 2 茶エキス中のテアニン量

テアニンは茶葉に特有の遊離アミノ酸であり、ストレス軽減作用等の保健作用があることが知られている[21,22]。味の面では、茶の甘味や旨味の成分とされているほか[13]、苦味や渋味の抑制に関わっているとも考えられている[23]。

茶の試料 A~I について、テアニン量を測定した結果を図 2 に示す。沼津産の茶葉では、2018~2020 年のいずれにおいても、一番茶に比較して二番茶の方がその量が少なかった。2021 年の秋冬茶では、それ以前に収穫された一番茶

および二番茶よりもその量は少なかった。2018 年の春茶も、他の二番茶と同程度に少なかった。これまでも、緑茶において一番茶、二番茶、三番茶あるいは秋芽の順でテアニンの量が多いという報告が多くある[14,15,20,24-26]。県中西部産の一番茶のテアニン量は、沼津産一番茶とほぼ同程度に多かった。

3. 3 茶エキス中の総遊離アミノ酸量

遊離アミノ酸の中では、グルタミン酸やテアニンなどが茶の甘味や旨味に、アルギニンなどが苦味に、あるいはグルタミン酸やアスパラギン酸などが酸味に関わっていると考えられている[13,27]。

茶の試料 F~I について、遊離アミノ酸量を測定した結果を図 3 に示す。沼津産の茶葉では、2020~2021 年の期間で、一番茶、二番茶、秋冬茶の順にその量が多かった。これまでも、緑茶において一番茶、二番茶、三番茶あるいは秋芽の順で遊離アミノ酸の量が多いという報告が多くある[13-16,19,24-26]。県中西部産の一番茶の遊離アミノ酸量は、沼津産一番茶と二番茶の中間程度であった。

3. 4 茶エキス中のカフェイン量

カフェインには、中枢神経系を刺激し、眠気や倦怠感、血管拡張性および脳圧亢進性頭痛に対する抑制作用があることが知られている[27]。茶の味に対しては、苦味を生じるとされている[13]。

茶の試料 F~I について、カフェイン量を測定した結果を図 4 に示す。沼津産の茶葉では、2020~2021 年の期間で、一番茶、二番茶、秋冬茶の順にその量が多かった。これまでに、緑茶において二番茶、一番茶、三番茶あるいは秋芽

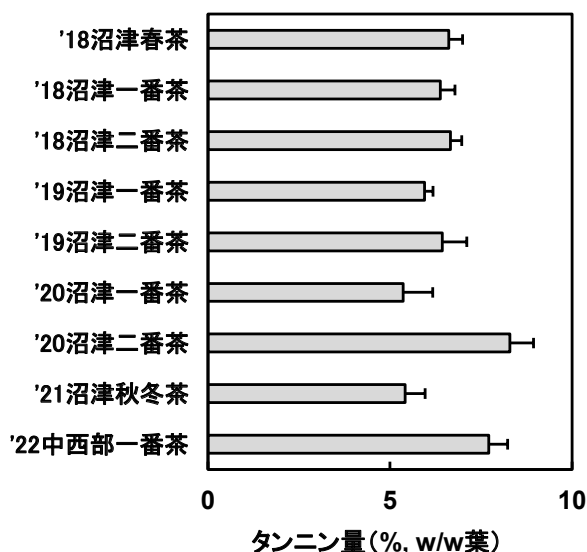


図 1 茶エキス中のタンニン量

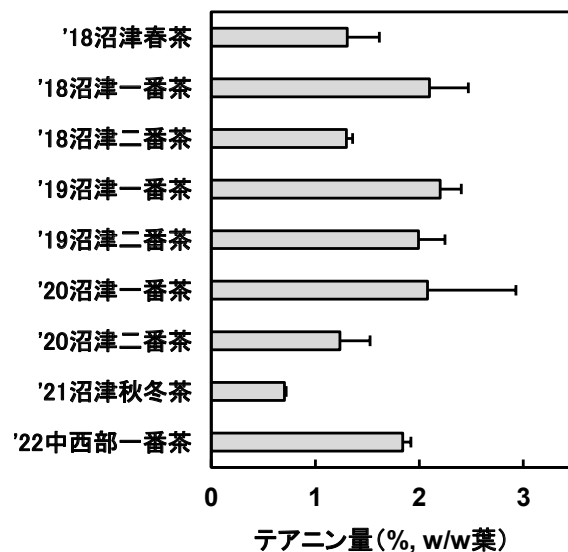


図 2 茶エキス中のテアニン量

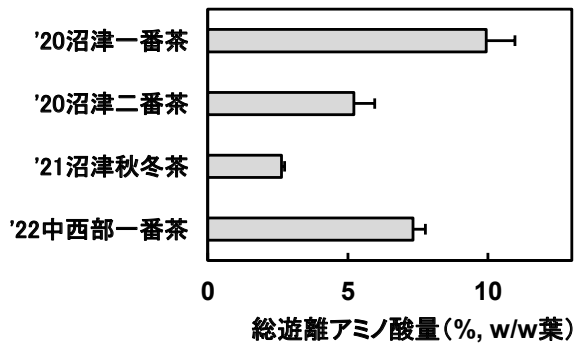


図 3 茶エキス中の総遊離アミノ酸量

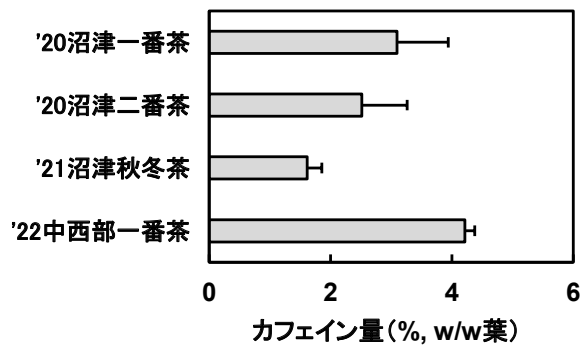


図 4 茶エキス中のカフェイン量

の順でカフェインの量が多いという報告があるが[16,19]、今回の結果はこれとは一致しなかった。県中西部の一番茶のカフェイン量は、沼津産一番茶と比較してもその量が多かった。

3. 5 茶エキス中の各種成分と味について

沼津産のやぶきた茶の一番茶では、テアニン、総遊離アミノ酸およびカフェインの量が、他の摘採時期のものよりも多かった。二番茶では、タンニンの量が他の摘採時期のものよりも多かった。秋冬茶は、測定したいずれの成分についても、他の摘採時期のものより量が少なかった。これらのことから、緑茶に関する一般的な予測と同様に、沼津産のやぶきた茶でも一番茶は甘味や旨味、苦味や酸味の成分が多く、味が濃いものと思われ、二番茶では渋味が強くなり、秋冬茶は薄い味となるものと考えられた。他の産地の緑茶との違いについては、今回は、比較の対照として県中西部の市販の一番茶を使用したのみであるため、より多くの試料で比較実験を行わないと十分な確認はできないものと考えられる。また、沼津産の一番茶と二番茶が生葉の乾燥物を使用しているのに対し、その秋冬茶は荒茶、県中西部の一番茶は煎茶を使用しており、それぞれの加工工程の違いも、今回の分析結果に影響した可能性がある。

茶の味は、複数の成分の複雑な組み合わせで決まるもの

と考えられるが [20,28]、中でもテアニンやアルギニンなどの遊離アミノ酸は茶の品質と味に関係が深いとされる [29,30]。また、緑茶用品種で、アルギニン/タンニン比、テアニン/タンニン比、遊離アミノ酸/タンニン比のいずれにおいても、一番茶の方が秋芽よりも高く、特にアルギニン/タンニン比は、一番茶と秋芽の値に大きな違いが見られ、旨味が強く渋味が少ない茶の選別に有効であることが報告されている [26]。本研究では、テアニンと総遊離アミノ酸の量を測定したので、これらの量とタンニン量の比を算出したものを図 5 と図 6 に示す。テアニン/タンニン比および総遊離アミノ酸/タンニン比の値は、いずれもテアニンの場合と同様で、沼津産のやぶきた茶では一番茶、二番茶あるいは春茶、秋冬茶の順に高かった。県中西部産の一番茶の値は、沼津産の一番茶よりも低かった。

各成分の含量間の関係については、アミノ酸量とタンニン量、アミノ酸量とカフェイン量の間には負の有意な相関が見られ、タンニン量とカフェイン量の間には正の有意な相関が見られるという報告がある [16]。今回の実験では、F 検

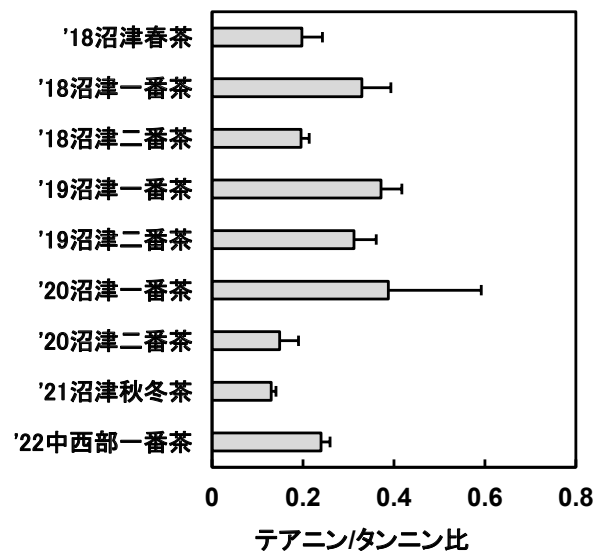


図 5 茶エキス中のテアニン/タンニン比

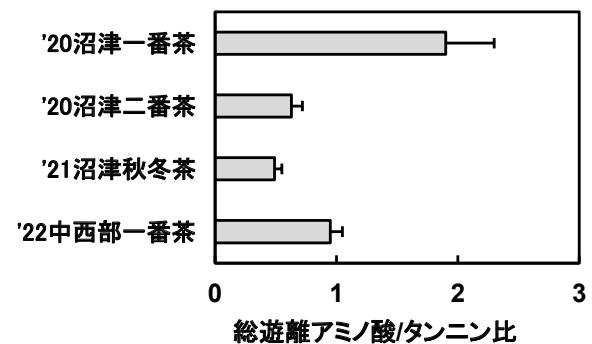


図 6 茶エキス中の総遊離アミノ酸/タンニン比

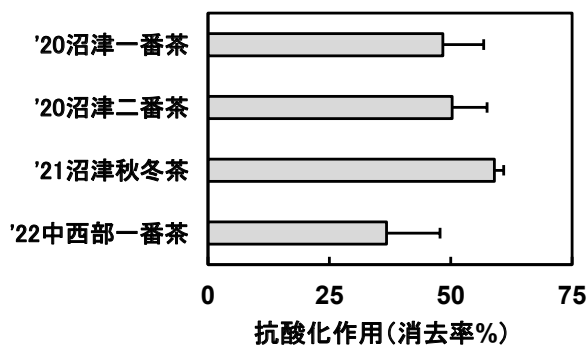


図7 茶エキスの抗酸化作用

定においてテアニン量と遊離アミノ酸量の間には $\gamma = 0.636$ の、また、遊離アミノ酸量とカフェイン量の間には $\gamma = 0.446$ の正の有意な相関が見られ、アミノ酸とカフェインの含量の間の関係は過去の報告と一致しなかった。

3. 6 茶エキスの抗酸化作用

茶の代表的な保健作用の一つである抗酸化作用について、簡便で汎用されている DPPH のアゾラジカル消去力の評価系を用いて検討した。

茶の試料 F~I について、抗酸化力を測定した結果を図7に示す。沼津産の茶葉では、2020~2021年の期間で、三番茶、二番茶、一番茶の順にその作用が強かった。茶葉の摘採時期による抗酸化力の変化についての報告は、これまでに見つからなかった。県中西部の一番茶の抗酸化作用は、沼津産のいずれの茶と比較しても弱かった。今回の結果では、F検定において抗酸化作用の強さとテアニン量の間には $\gamma = -0.448$ の、またカフェイン量との間には $\gamma = -0.510$ の負の有意な相関がそれぞれ見られた。しかし、強い抗酸化作用を示すと考えられるタンニンの量と抗酸化作用の強さの間の相関係数は $\gamma = -0.112$ となり、明確な関係は認められなかった。天然物の抗酸化力は、測定に用いる反応系の極性等によりその強さが変わる可能性があるため、他の抗酸化作用の評価方法でも確認してみる必要があるものと思われる。

4. まとめ

本研究では、2018~2021年の期間の茶葉の摘採時期が異なる沼津産やぶきたの茶葉について、タンニン、テアニン、遊離アミノ酸、カフェインの含量および抗酸化作用の強さを比較した。その結果、一番茶ではテアニン、遊離アミノ酸、カフェインの量が多く、二番茶ではタンニンの量が多かった。秋冬茶のこれらの含量はいずれも低かったが、その抗酸化作用は最も強かった。また、沼津産の一番茶を県

中西部産の市販の一番茶と比較したところ、テアニンと遊離アミノ酸が多く、抗酸化作用も強かった。従って、沼津産の一番茶は、本実験に用いた他の茶よりも、甘味や旨味が強い茶であることが推測された。沼津産の茶葉の成分に関する報告はほとんどなく、今回の分析結果は沼津産の茶の特性を理解する上で貴重な情報となるものと考えられる。

5. 謝辞

本研究を行うにあたり、沼津産の茶葉を快く提供していただいた JA ふじ伊豆の小山直樹氏と伊山克彦氏に心より感謝申し上げます。

参考文献

- [1] Walsh, G. P. (1997): *Lancet*, **349**, 735.
- [2] Ji, B.-T., Chow, W.-H., et al. (1997): *Int. J. Cancer*, **70**, 255-258.
- [3] 静岡県経済産業部農業局お茶振興課 (2023): 静岡県茶業の現状.
- [4] 静岡県経済産業部農林業局茶業農産課 (2013): しずおか茶の都マップ.
- [5] Peng, L., Song, X., et al. (2008): *J. Food Compos. Anal.*, **21**, 559-563.
- [6] 池ヶ谷賢次郎, 高柳博次, 他 (1990): 茶業研究報告, **71**, 43-74.
- [7] 久延義弘, 朝賀昌志, 他 (1992): 東洋食品工業短大・東洋食品研究所 研究報告書, **19**, 69-77.
- [8] 岩浅潔, 太田勇夫, 他 (1970): 茶業研究報告, **33**, 69-73.
- [9] 戸高大介, 竹中陽子, 他 (1999): 日本食品科学工学会誌, **46**, 34-36.
- [10] 化学研究室 (1970): 茶業試験場研究報告, **6**, 167-172.
- [11] 中川致之 (1973): 茶業研究報告, **40**, 1-9.
- [12] Yoshino, K., Hara, Y., et al. (1994): *Biol. Pharm. Bull.*, **17**, 146-149.
- [13] 中川致之 (1970): 日本食品工業学会誌, **17**, 154-163.
- [14] 石垣幸三 (1981): 化学と生物, **19**, 278-285.
- [15] 中川致之 (1970): 茶業試験場研究報告, **6**, 65-166.
- [16] 池田奈美子, 向井俊博, 他 (1993): 茶業研究報告, **77**, 13-21.
- [17] 諫山真二, 下川床康孝 (2021): 日本応用動物昆虫学会誌, **65**, 109-117.

- [18] 近藤知義 (1999): 農研機構, 西日本農業研究センター, https://www.naro.affrc.go.jp/org/warc/research_results/h11/cha/cgk99423.html, 2023 年 7 月 10 日取得.
- [19] 衣笠 仁, 竹尾忠一, 他 (1997): 日本食品科学工学会誌, **44**, 112-118.
- [20] 中川致之 (1970): 日本食品工業学会誌, **17**, 154-163.
- [21] Juneja, L. R., Chu, D.-C., *et al.* (1999): *Trends in Food Sci. Technol.*, **10**, 199-204.
- [22] Yoto, A., Motoki, M., *et al.* (2012): *J. Physiol. Anthropol.*, **31**, 28.
- [23] 中川致之, 田村真八郎, 他 (1972): 日本食品工業学会誌, **19**, 475-480.
- [24] 中川致之, 徳村治彦, 他 (1957): 日本農芸化学会誌, **31**, 771-775.
- [25] 久保田悦郎, 中川致之 (1973): 茶業技術研究, **45**, 51-57.
- [26] 池田奈実子, 堀江秀樹, 他 (1993): 茶業研究報告, **78**, 67-75.
- [27] 原田 大, 北村正樹 (2014): ファルマシア, **50**, 679-683.
- [28] 中川致之 (2001): 第 16 回茶学術研究会講演会講演要旨, pp.95-98.
- [29] 向井俊博, 堀江秀樹, 他 (1992): 茶業研究報告, **76**, 45-50.
- [30] 大関由紀, 増田英昭, 他 (1994): 茶業研究報告, **80**, 23-28.