# キュウリ（*Cucumis sativus* L.）の品質特性と化学成分組成に関する研究

## （第2報）　――部位別理化学成分の比較――

乙黒親男[1)]　犬飼道子[2)]　吉田雅彦[2)]　小野健一[3)]

## 緒　言

キュウリの生産は立地条件、品種改良、生産技術の向上により周年化され、生食あるいは加工の両面に多く利用されている。しかし、その品質要因として問題となっているのは形状、色沢等の外観品質であるのに対して、味、肉質、香り等の内容品質についての報告は少ない現状にある。それに加え、近年果実表面にブルームがなく、テリのあるブルームレス系が急増しているが、果皮が硬いため漬物に加工しても(1)歯切れが悪い、(2)果肉の空洞化、(3)色沢がまばら等の問題を生じ、加工原料としての商品性が失われ、塩蔵キュウリの輸入が急増している。さらに、前報[1)]で明らかにしたように生育段階によりその特性が著しく異なるため、その特徴を生かした生食あるいは加工への利用形態の変化が予想される。そこで、筆者らはキュウリの部位による理化学成分がどのような差異を示すかを知る目的で検討を行った。

## I　実験方法

### I－1　キュウリの栽培条件

山梨県双葉町の県総合農業試験場で1990年6月～9月にかけて露地栽培し、㈱ときわ研究場の品種「南極1号」を用いた。栽培区の面積は約21 m²（3 m×7 m）で、20株を2条植えとした。なお、播種は7月7日、定植は7月18日で自根植えとした。施肥管理は以下の通り行った。

| | | | |
|---|---|---|---|
| 6月28日 | 元肥 | 苦土石灰 | 150[kg/10 a] |
| | | CDU | 40[　〃　] |
| | | 牛糞おが屑堆肥 | 60[　〃　] |
| | | 鶏糞 | 300[　〃　] |
| 8月23日 | 追肥 | 化成肥料(888) | 50[　〃　] |
| 9月4日 | 追肥 | 化成肥料(888) | 23[　〃　] |

農薬による消毒は殺菌剤（ダコノール、カスミンボールド）を8月上旬から9月下旬にかけて一週に一度計3回、殺虫剤（DDVP剤）を8月上旬から一週に一度計4回、疫病（リトミル）を7月末から一週に一度計3回使用した。

### I－2　分析試料の調製

9月10日に収穫したキュウリ（長さ：22.5±0.9 cm、重さ：117.8±25.4 g、直径：29.6±3.3 mm）を使用し、Fig. 1に示したように6部位に分け分析試料とした。すなわち、果実の果柄部から3～5

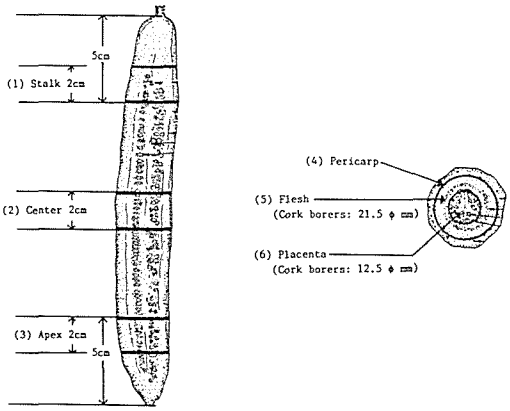



Fig.1　Preparation of six parts of cucumber fruits used in this experiment

1）山梨県工業技術センター食品・醸造部
2）山梨県立女子短期大学
3）山梨県総合農業試験場

cmを果梗部、先端から3～5 cmを果頂部、中心部分2 cmを中央部とした。また、果皮、果肉および胎座部は中央部分の横断切片をコルクボーラー(直径：21.5および12.5 mm)で打ち抜き、外側からそれぞれ果皮、果肉および胎座部に区分し、その重量比率は53.92%、30.98%、15.10%であった。

### I－3　分析方法

一般成分、糖、有機酸、遊離アミノ酸、無機成分、アスコルビン酸、ポリフェノール、ペクチン、硬度の測定はいずれも前報[1]によった。

## II　結果と考察

### II－1　一般成分

キュウリの部位別一般成分の分布をみるため、Fig.1に示した部位について測定し、その結果をTable 1に示した。中央部に比較し、果梗部は水分、遊離アミノ態窒素、滴定酸度が多く、灰分と屈折計示度が低かった。一方、果頂部は灰分が低いが、他の成分にはほとんど差異が認められなかった。

次に、中央部の横断切片では果肉部の水分が高く、灰分が低いが、屈折計示度、遊離アミノ態窒素、滴定酸度は果実の外側より内側ほどその含量が多かった。

### II－2　糖

遊離糖の種類と含量をTable 2に示した。糖の主成分は還元糖であるグルコースとフラクトースが全糖量の97～99%を占め、微量であるがシュークロースが認められ、前報[1]および河鰭ら[2]の報告と同様であった。次に、全糖含量の部位による差異は果梗部に少なく、中央と果頂部に多かった。

また、中央部の横断切片を果皮、果肉および胎座部に区分し測定した結果、果皮部は2,102 mg/100 gで、果肉および胎座部の2,827および2,787 mg/100 gに比較し著しく少なかった。このことについて、水野ら[3]はメロン果実の部位別の糖含量について果実の外側より内側ほど、また果梗部より果頂部ほど糖含量が高い傾向にあることを報告しており、キュウリにおいても同様な傾向が認められた。さらに、全糖含量が多い部位ほどシュークロースが多く、G／F比が低下する傾向が認められた。即ち、キュウリの糖の主成分であるグルコースとフラクトースの増加量は部位により異なり、果実の外側より内側あるいは果梗部より果頂

Table 1　Gereral analyses of cucumber fruits divided into six parts

| Sign | Different parts | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Stalk | Center | Apex | Pericarp | Flesh | Placenta |
| Moisture (%) | 95.76 | 95.59 | 95.65 | 95.62 | 95.91 | 95.50 |
| Ash (%) | 0.539 | 0.562 | 0.528 | 0.608 | 0.434 | 0.536 |
| pH | 6.38 | 6.34 | 6.41 | 6.50 | 6.33 | 6.31 |
| Soluble solid (%) | 3.5 | 3.8 | 3.7 | 3.6 | 4.0 | 4.6 |
| FA (mg/100g) | 16.7 | 14.2 | 14.0 | 12.1 | 17.7 | 20.0 |
| TA (mg/100g) | 112.3 | 99.0 | 96.6 | 82.6 | 92.2 | 127.2 |

FA: Free amino nitrogen, TA: Titratable acidity (as malic acid)

Table 2　Sugars contents in cucumber fruits divided into six parts
(mg/100g in fw)

| Sugars | Different parts | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Stalk | Center | Apex | Pericarp | Flesh | Placenta |
| Sucrose | 32 | 48 | 53 | 38 | 63 | 83 |
| Glucose (G) | 1055 | 1095 | 1077 | 1069 | 1331 | 1274 |
| Fructose (F) | 1135 | 1193 | 1203 | 995 | 1433 | 1430 |
| Total | 2222 | 2336 | 2333 | 2102 | 2827 | 2787 |
| Ratio of G/F | 0.930 | 0.918 | 0.895 | 1.074 | 0.929 | 0.891 |

部ほどフラクトースが多い傾向にあり、生育の活発な部位でフラクトースの増加が多い結果を示した。

一般にウリ類の転流物質はスタキオース、ラフィノースおよびシュークロース等の少糖類とされており、それらはいずれも果柄から果実への転流過程において、酵素作用によりシュークロース、さらにはグルコース、フラクトースに分解されることが報告されており、これらの分解に関与する酵素の影響について今後検討が必要とされる。

II－3　有機酸

有機酸の種類と含量をTable 3に示した。キュウリの有機酸としてリンゴ酸、ピログルタミン酸、コハク酸、クエン酸、α-ケトグルタール酸、乳酸および酢酸の7種類が認められ、主成分はリンゴ酸で213～311 mg/100 gの存在が認められ、その比率は総有機酸含量の75～84%を占め、次いでピログルタミン酸が7～16%と多く、両者の和は約92%を占めた。一方、島田ら[4]によるとキュウリの有機酸含量は241 mg/100 gで、リンゴ酸とピログルタミン酸の組成比が79%、18%であることを報告しているが、今回の市販収穫期の含量は322 mg/100 gと明らかに島田らの結果より約33%多く、組成比でピログルタミン酸が低い傾向であった。

次に、部位の差異は果梗部に多く、中央と果頂部に少なかった。また中央部の横断切片は胎座部＞果皮部＞果肉部の順に多く、特に胎座部は果皮と果肉部がそれぞれ299、260 mg/100 gに比較し、371 mg/100 gと著しく多く、また組成比の様相が異なった。崎山ら[5]によるとトマト果実をゼラチン状組織と果皮部に分けると、前者の遊離酸含量は後者より顕著に多いことを報告しており、キュウリにおいても同様の傾向が認められた。

II－4　遊離アミノ酸

遊離アミノ酸の種類と含量をTable 4に示した。キュウリの遊離アミノ酸として20種類が認められ、そのうちグルタミンが最も多く、次いでグルタミン酸、シトルリン、セリン、アスパラギン酸、アスパラギン等で総遊離アミノ酸の約80%を占めた。中でもグルタミンは特異的に多く、総遊離アミノ酸の約44%を占めた。またウリ類に特異的に存在するシトルリンが多く認められた。次に含量は120 mg/100 gと前報[1]の137～215 mg/100 g、小机ら[6]の128 mg/100 g、田中ら[7]の191～277 mg/100 g、鈴木ら[8]の618 mg/100 gに比較し少ない結果であった。このように著しい含量の差異の要因について、田中ら[7]は生育段階や品種の影響を指摘しており、これらの要因に加え環境条件や栄養状態等の影響も考えられ今後検討が必要と考えられる。

部位による含量の差異は果梗部が最も多く、次いで中央部、果頂部の順で、糖と逆の傾向であった。また中央部の横断切片では果実の外側より内側ほど多く、糖含量と同様な分布を示し、胎座部＞果肉部＞果皮部の順に多く、主要アミノ酸のグルタミンとアスパラギン酸の増加が顕著であった。

II－5　無機成分

主要な無機成分とその含量をTable 5に示した。キュウリの主要な無機成分は前報[1]と同様にカリウム、マグネシウム、カルシウムおよびナトリウムで、中でもカリウムは総含量の88%、次い

Table 3　Organic acids contents in cucumber fruits divided into six parts
(mg/100g in fw)

| Organic acids | Different parts | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Stalk | Center | Apex | Pericarp | Flesh | Placenta |
| Pyroglutamic acid | 53.7 | 27.3 | 27.2 | 20.3 | 26.2 | 39.9 |
| Lactic acid | 3.6 | 3.4 | 4.8 | 2.4 | 4.0 | 7.7 |
| Acetic acid | 4.4 | 4.0 | 6.6 | 4.1 | 3.0 | 5.2 |
| Malic acid | 250.8 | 264.0 | 258.4 | 245.8 | 212.9 | 311.1 |
| Citric acid | 6.6 | 5.0 | 11.4 | 4.7 | 6.0 | 2.4 |
| Succinic acid | 6.9 | 6.5 | 4.1 | 11.5 | 4.2 | 4.6 |
| α-ketoglutamic acid | 9.2 | 6.2 | 5.3 | 10.2 | 3.6 | N.D. |
| Total | 335.2 | 316.4 | 317.8 | 299.0 | 259.9 | 370.9 |

Table 4 Free amino acids contents in cucumber fruits divided into six parts

(mg/100g in fw)

| Amino acids | Different parts | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Stalk | Center | Apex | Pericarp | Flesh | Placenta |
| Asp | 7.3 | 6.8 | 6.9 | 3.8 | 8.2 | 14.2 |
| The | 3.0 | 2.2 | 1.6 | 2.1 | 2.2 | 1.5 |
| Ser | 8.3 | 7.7 | 6.4 | 6.4 | 8.2 | 10.3 |
| Asn | 6.0 | 6.8 | 6.1 | 6.5 | 8.7 | 7.1 |
| Glu | 12.0 | 11.4 | 10.3 | 10.0 | 14.1 | 16.7 |
| Gln | 67.1 | 53.6 | 40.7 | 36.8 | 65.4 | 73.9 |
| Gly | 5.9 | 3.2 | 2.6 | 3.1 | 3.8 | 3.2 |
| Ala | 2.4 | 2.6 | 2.3 | 3.0 | 2.5 | 2.7 |
| Cit | 12.5 | 9.9 | 7.1 | 8.2 | 12.7 | 10.1 |
| Val | 2.8 | 2.0 | 1.5 | 1.7 | 2.3 | 2.2 |
| Cys | 2.0 | 2.1 | 2.1 | 2.4 | 2.5 | 2.1 |
| Met | 0.8 | 0.8 | 0.5 | 0.3 | 1.0 | 1.9 |
| Ile | 2.6 | 2.0 | 1.6 | 1.6 | 2.3 | 2.3 |
| Leu | 3.4 | 2.3 | 1.8 | 1.4 | 3.1 | 3.7 |
| Tyr | 1.4 | 1.0 | 1.0 | 0.7 | 1.3 | 1.6 |
| Phe | 1.6 | 1.1 | 0.8 | 1.1 | 1.1 | 0.9 |
| γ-ABA | 3.2 | 3.3 | 2.2 | 3.8 | 2.5 | 2.8 |
| Lys | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 0.3 | 0.3 |
| His | 0.7 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.5 | 0.5 |
| Arg | 0.8 | 0.9 | 0.5 | 0.4 | 0.9 | 2.8 |
| Total | 144.0 | 120.4 | 96.7 | 93.9 | 143.6 | 160.8 |

でマグネシウムは5％、ナトリウムとカルシウムは3％を占めた。一方、部位による差異は中央部＞果梗部＞果頂部の順に多かったが、その差異は少なかった。なお、カルシウムは果梗部より果頂部ほどその含量が多く、他の無機成分の分布と異なった。また、中央部の横断切片では胎座部＞果

Table 5 Metal elements in cucumber fruits divided into six parts

(mg/kg in fw)

| Metal elements | Different parts | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Stalk | Center | Apex | Pericarp | Flesh | Placenta |
| Na | 81 | 82 | 96 | 49 | 70 | 195 |
| K | 2287 | 2354 | 2109 | 2298 | 1714 | 2471 |
| Ca | 75 | 86 | 95 | 117 | 57 | 51 |
| Mg | 128 | 140 | 132 | 161 | 112 | 125 |
| Fe | 3.1 | 5.2 | 4.1 | 6.0 | 3.1 | 5.1 |
| Cu | 0.7 | 0.9 | 0.9 | 0.8 | 0.7 | 1.7 |
| Mn | 0.8 | 0.7 | 0.8 | 0.8 | 0.6 | 0.8 |
| Zn | 1.4 | 1.8 | 1.8 | 1.6 | 1.7 | 1.7 |
| Total | 2577.0 | 2670.6 | 2439.6 | 2634.2 | 1959.1 | 2851.3 |

Table 6　Ascorbic acid contents in cucumber fruits divided into six parts (mg/100g in fw)

| Ascorbic acid | Differents parts | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Stalk | Center | Apex | Pericarp | Flesh | Placenta |
| Reduced | 6.63 | 8.27 | 10.61 | 6.16 | 10.99 | 18.73 |
| Oxidized | 6.86 | 5.43 | 3.98 | 3.27 | 4.88 | 11.56 |
| Total | 13.49 | 13.70 | 14.59 | 9.43 | 15.87 | 30.29 |

皮部＞果肉部の順に多く、有機酸含量と同様の分布状態であった。しかし、ナトリウムとカルシウムの分布状態は他の無機成分と異なり、前者は胎座部＞果肉部＞果皮部、後者は果皮部＞果肉部＞胎座部の順に多く存在し特徴的であった。

II－6　アスコルビン酸

総アスコルビン酸含量は果梗部より果頂部ほど、横断切片では果実の外側より内側ほど多い傾向であった（Table 6）。このことについて北川ら[9]は種子に直接養分を供給する胎座部にアスコルビン酸が必要とされるためその部位にアスコルビン酸が増加するとしている。次に、還元型アスコルビン酸比率は果梗部のそれが49%に比較し、生長の盛んな先端でその比率が73%と高かった。

Table 7　Polyphenol contents in cucumber fruits divided into six parts (mg/100g in fw)

| Sign | Different parts | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Stalk | Center | Apex | Pericarp | Flesh | Placenta |
| Polyphenol | 11.7 | 13.2 | 13.7 | 11.8 | 13.5 | 16.4 |

II－7　ポリフェノール

ポリフェノール含量は総アスコルビン酸と同様に果梗部より果頂部ほど、横断切片では果実の外側より内側の生育盛んな部位に多かった（Table 7）。このことは果皮部にクロロフィルを含有する同化組織が多いことと関連あるものと推察できる。

II－8　硬度

キュウリの果梗、中央および果頂部の果皮と果肉部の硬度測定値をTable 8に示した。硬度は果皮部（763～1,484 g）が果肉部（224～379 g）より顕著に高く、両部位とも果梗部＞中央部＞果頂部の順であった。また果梗部の果皮は中央部や果頂部のそれに比較し1.66～1.94倍と著しく高く、さらに果皮と果肉の硬さの比率も3.92と中央部や果頂部の2.92、3.41に比較し高い傾向がみられた。

キュウリの官能評価値とテクスチャーの測定値の関係について平本ら[10]は果皮の硬さや果皮と果肉の硬さの比率が大きいものほど評価が低い傾向にあり、果肉の硬さの差よりも果皮の硬さがその要因であると報告している。しかし、果皮が硬く生食で評価が低いキュウリでもサラダやキュウリ揉みにすると調味料の付加あるいは食塩による脱水等によるテクスチャーの変化でその影響がないとしている。以上のことからキュウリの性状に応じた調理あるいは加工方法の選択が考えられるが、一方でいずれの調理や加工方法に適した果梗部の果皮が硬すぎないキュウリの栽培が必要とされる。

II－9　ペクチン

ペクチン含量とその組成比をTable 9に示した。各抽出画分のペクチン質を比較すると、HSP＞WSP＞PSP＞SSPの順に多く、プロトペクチンとみなされているHSP画分が最も多く、野菜に共通した結果が得られた。次に、部位による差異は果梗部＞中央部＞果頂部の順に多いが、その差は少なかった。一方、中央部の横断切片は差が著しく、外側の果皮部が261 mg/100 gと最も多く、次いで果肉部が154 mg/100 g、胎座部が129 mg/100 gであった。

Table 8　Hardness in cucumber fruits divided into six parts (g)

| Sign | Stalk | | Center | | Apex | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Pericarp | Sarcocarp | Pericarp | Sarcocarp | Pericarp | Sarcocarp |
| Hardness | 1484±451 | 379± 67 | 892±366 | 305± 54 | 763±265 | 224± 41 |

Table 9　Pectin and AIS contents in cucumber fruits divided into six parts
(mg/100g in fw)

| Pectin | Different parts | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Stalk | Center | Apex | Pericarp | Flesh | Placenta |
| Yield of AIS (%) | 1.392 | 1.484 | 1.461 | 1.801 | 1.057 | 1.176 |
| WSP | 64.4(31.1) | 52.8(26.5) | 52.3(27.2) | 62.8(24.1) | 43.7(28.4) | 42.1(32.7) |
| PSP | 28.5(13.8) | 29.1(14.6) | 27.1(14.1) | 46.4(17.8) | 22.0(14.3) | 13.4(10.4) |
| HSP | 104.6(50.5) | 107.9(54.2) | 104.7(54.5) | 136.7(52.5) | 82.8(53.7) | 70.2(54.6) |
| SSP | 9.6( 4.6) | 9.4( 4.7) | 8.0( 4.2) | 14.6( 5.6) | 5.6( 3.6) | 2.9( 2.2) |
| Total | 207.1(100) | 199.2(100) | 192.1(100) | 260.5(100) | 154.1(100) | 128.6(100) |

WSP: Water soluble pectin, PSP: 0.4% hexameta phosphate soluble pectin,
HSP: 0.05N hydrochloric acid soluble pectin, SSP: 0.05N sodium hydroxide soluble pectin

また、ペクチン組成比は果皮部が果肉部や胎座部よりPSPとSSPが多く、WSPが少ない水不溶性ペクチンの増加傾向を示し、これらの増加が硬度の上昇を伴うものと考えられる。さらに果皮部にカルシウムが多い事はカルシウム等の多価陽イオンと結合し水不溶性のペクチンであるPSPが多い事と関連が大きいものと推察される。

## 要　約

キュウリの部位別理化学成分について検討した。

1．果梗部は遊離アミノ態窒素、滴定酸度、水分が多く、屈折計示度が低かった。中央部横断切片では屈折計示度、遊離アミノ態窒素、滴定酸度は内側ほどその含量が多かった。

2．全糖は果梗部に少なく、中央と果頂部に多かった。また、横断切片では果肉と胎座部が多かった。全糖の主成分であるグルコース(G)とフラクトース(F)含量は部位により異なり、外側より内側あるいは果梗部より果頂部ほどフラクトースが多く、同様な傾向でG/F比は低下した。

3．総有機酸含量は果梗部に多く、中央と果頂部に少なかった。また、横断切片では胎座部＞果皮部＞果肉部の順に多かった。

4．総遊離アミノ酸は果梗部が最も多く、次いで中央部、果頂部の順で、糖と逆の傾向であった。また、横断切片では外側より内側ほど多かった。

5．無機成分は中央部＞果梗部＞果頂部の順に多かったが、その差異は少なかった。また横断切片では胎座部が最も多く、次いで果皮部、果肉部の順に多く、有機酸と同様の分布状態であった。

6．総アスコルビン酸とポリフエノールは果梗部より果頂部ほど、果実の外側より内側の生育の盛んな部位に多かった。

7．硬度は果皮部（763～1,484 g）が果肉部（224～379 g）より顕著に高く、両部位とも果梗部＞中央部＞果頂部の順であった。

8．ペクチン含量は果梗から果頂部までその差異が少なかったが、横断切片は外側ほど多く、外側から261、154、129 mg/100 gであった。また、組成比では横断切片の外側ほどWSPが少なく、PSPとSSPが多い水不溶性ペクチンの増加傾向を認めた。

(1991年12月28日受理)

## 文　献

1）乙黒親男・犬飼道子・吉田雅彦・園部直美・浜田由起・金子洋子：山梨県立女子短大紀要、24、127～137（1991）
2）河鰭実之・崎山亮三：昭和63年度園芸学会秋季大会講演要旨集、358～359（1988）
3）水野　卓・加藤宏治・原田政子・富島由恵・鈴木英次郎：日食工誌、18(7)、319～325（1971）
4）島田保子：調理科学、10、248～253（1977）
5）崎山亮三：園学雑、35、36～42（1966）
6）小机信幸・広瀬智久・水野　進：昭和58年度園芸学会春季大会講演要旨集、366～367（1983）
7）田中幸孝：昭和62年度園芸学会秋季大会シンポジウム講演要旨集、43～55（1987）
8）鈴木忠直・栗原由美子・田村真八郎：食品総合研究所、31、42～53（1976）
9）北川雪恵：栄養と食糧、25、436～442（1972）
10）平本ふく子・松本仲子：調理科学、21(3)、206～212（1988）