

ダリアの炭水化物について

(第1報)

船木幸子 高野克夫

Carbohydrate in the Storage Root of *Dahlia pinnata* (Part 1)

Sachiko Funaki and Katsuo Takano

炭水化物はすべての生体内有機物の母体であるといわれ、物質交代において重要な位置を占めている。炭水化物は直接的には原形質のはたらきに必要なエネルギーの供給源となり、また、複合蛋白質、複合脂質、さらに核酸の構成成分として複雑微妙な生体反応にあずかり、他方、貯蔵物質、細胞膜成分としての重要な役割をも果している。

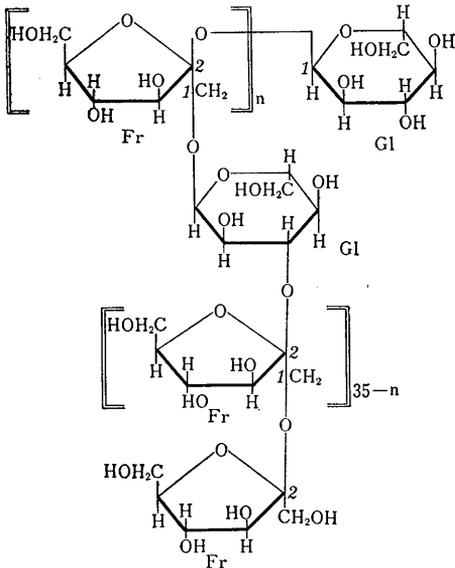


図1 イヌリンの構造 (E. L. Hirst)

イヌリン(Inulin)はキク科、キキョウ科、マツムシソウ科に属する植物に貯蔵物質として多量に含まれ、水可溶のポリフルクトサン(フルクタン)で、フルクトース単位がフラノースの形で2-1結合でつながったものである。

イヌリンには α -D-glucosyl 基はないとするものもあるが、Chollet¹⁾ および Bacon²⁾ はキキョウ科の *Campanula* 属から得られるイヌリン様多糖類は約5.2%のブドウ糖を含んでいるとし、また Hirst³⁾ らは末端に1個のブドウ糖が sucrose 型に結合している以外にフラクトフラノースの長鎖中にブドウ糖の1個が C₁ または C₃ で結合していると考えている。フラクトース基の結合は比旋光度の研究と加水分解が容易であることから β 結合であると考えられている。

本実験ではキク科植物のダリアの球根を用い、イヌリン様多糖類、オリゴ糖、遊離糖などについてその種類および量的関係を追求した。

実 験

1 材 料

市販のポンポン咲きダリア (*Dahlia pinnata*) 球根を材料とした。

2 含水量の測定

ダリア球根生材料の皮をむき、その重量を正確にはかり、30~50°C の電気乾燥器に入れて乾燥し、その恒量を求めその差を含水量とする。

3 炭水化物の抽出

炭水化物の抽出は Anderson らの変法で行なう。その方法は図2に示す。

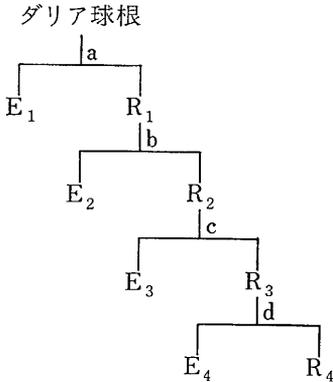


図2 炭水化物の抽出法
(Anderson変法)

- a extracted with cold water
 b extracted with hot water
 c extracted with benzene-methanol
 d extracted with hot oxalate-oxalic acid
- a ダリア球根生材料 120gを細く切り、乳鉢ですりつぶす。次にこれに水 300ml を加えマグネテックスターラーで30分間攪拌する。後、キャラコ布でしぼり 滷液 (E₁) と残渣とに分ける。残渣にさらに 500ml の冷水を入れ、2時間攪拌し、しぼってから風乾し、これをR₁とする。
- b R₁に水 800ml を加え water-bath 上で6時間加熱した後、キャラコ布でしぼり、滷液 (E₂) と残渣 (R₂) とに分ける。
- c R₂にメタノール・ベンゼン (1:1) 700ml を加え、スターラーで6時間攪拌した後滷過する。それを滷液 (E₃) と残渣 (R₃) とに分ける。
- d R₃ 20g に 0.25%-oxalic acid-0.25% ammonium-oxalate (1:1) 1l を加え water-bath 上で6時間抽出処理した後、滷過する。それを滷液 (E₄) と残渣 (R₄) とに分ける。

ダリア球根炭水化物の抽出操作の途中で得られた各フラクション E₁, R₁ 水洗液, E₂, E₃, E₄, (ただし, E₁ は 2 倍希釈液を用いる) それぞれ 3.0ml に 0.2N-H₂SO₄ 1.0ml を加え、還流冷却器をつけ、沸騰 bath 上で酸加水分解を行い、その後 shaffer-somogyi ミクロ法により還元糖量を定量し、それぞれの糖量とする。

4 ペーパークロマトグラフィー

実質中に含まれる遊離糖および、加水分解して生ずる構成糖の検出には No. 50 の東洋滷紙を用い、展開剤はブタノール-ピリジン-水 (4:1:2) で、上昇法、二重展開を行なう。

発色には、アセトン-硝酸銀浸漬法、レゾルシン試薬・ベンチデン試薬噴霧法を用いる。

実験結果

1 球根の含水量および実質量

ダリア球根 20.7g (肉部 14.4g, 皮部 6.3g) を 30~50°C の電気乾燥器に入れて乾燥させ、その恒量を求めると 5.5g であった。

これは使用した生材料の 26.6% にあたり、ダリア球根の実質量である。したがって水分量は 73.4% である。

2 球根に含まれている糖

(1) 各フラクションに抽出された還元糖

ダリア球根からの炭水化物抽出操作の途中で得られた各フラクション E₁, R₁ 水洗液, E₂, E₃, E₄ 液について Shaffer-Somogyi ミクロ法で還元糖を定量した。結果は表1の通りである。

表1で示したように冷水抽出液 (E₁) には相当量の還元糖が含まれている。また E₂ (熱水抽出液) でもある程度の糖があるが、その量は冷水抽出液の 1/20 にすぎない。またメタノール-ベンゼン抽出 (E₃) では、糖が抽出されず、しゅう酸-しゅう酸アンモン抽出 (E₄) にはごく微量の糖しか含まれてい

表1 球根抽出液中の還元糖量
(生材料120g中)

| フラクション | 還元糖 (g) |
|--------------------|---------|
| E ₁ | 2.28 |
| R ₁ 水洗液 | 0.27 |
| E ₂ | 0.11 |
| E ₃ | 0 |
| E ₄ | 0.02 |
| 計 | 2.68 |

表2 球根抽出液中の全糖量
(生材料120g中)

| 各フラクション | 糖量 (g) |
|-----------------------|--------|
| E ₁ (冷水抽出) | 18.54 |
| R ₁ 水洗液 | 0.46 |
| E ₂ (熱水抽出) | 3.12 |
| E ₃ | 0 |
| E ₄ | 0.15 |
| 計 | 22.27 |

ない。このことから冷水抽出、熱水抽出で球根中の大部分の遊離糖が抽出されることがわかる。

(2) 各フラクションの全糖量 (還元糖量+非還元糖量)

各フラクションの全糖量を調らべるために、それぞれの液 3.0 ml に 0.2 N-H₂SO₄ を加え、還流冷却器をつけ、沸騰 bath 上で酸加水分解を行った後、shaffer-somogyi ミクロ法で還元糖量を定量した。その結果は表2で示した。

この表からわかるように E₁ (冷水抽出) に特に多量の糖が含まれている。これは表1における E₁ と同じように非還元糖 (おそらくオリゴ糖および多糖類) も冷水でかなりよく抽出されることを示すものである。E₂ (熱水抽出) では、見出される全糖は多量ではない。

酸加水分解後測定された還元糖の総量は22.27g (表2) であるが、酸加水分解前の還元糖の総量は2.68g (表1) である。したがって、球根に存在する糖の大部分が非還元糖であると考えられる。

なお、各種抽出処理の残渣 (R₄) は生材料 120g を用いた場合は 2.6g であった。

この残渣について、塩化亜鉛・沃度反応を試みたところ、暗紫色の呈色がみられたので、このフラクションは大部分がセルロースであると考えられる。

表3 球根に含まれる炭水化物その他の割合

| | 生材料中に含まれる量重 | 生材料に対する割合 |
|------------------------|-------------|-----------|
| 還元糖 | 2.68 (g) | 2.2 (%) |
| 非還元糖 | 19.59 | 16.3 |
| R ₄ (セルロース) | 2.6 | 2.2 |
| その他 | 7.05 | 5.9 |

ここで用いたダリア球根の含水量は73.4%、すなわち実質量26.6%である。還元糖量、非還元糖量に R₄ を加えたものの生材料に対する百分率は20.8%である。このことは、実質中に炭水化物以外の物質が約 5.9%含まれていたこと

を示す。(表3)

3 各フラクションの構成糖

各フラクション E₁, R₁ 水洗液, E₂, E₃, E₄ の構成糖をみるために、それぞれの液の 1/10 濃縮液 3.0 ml に 2N-H₂SO₄ 3.0 ml を加え沸騰 bath 上で 4 時間酸加水分解した後、水酸化バリウムで中和し、沔過した液についてペーパークロマトグラフィー上昇法二重展開を行なった。結果は図3～図7に示した。

(1) E₁ の構成糖

図3はE₁ (冷水抽出) のペーパークロマトグラムであり、数多くのスポットがみられる。

R-fructose 値から ①のスポットは果糖、②はブドウ糖、③はショ糖で、④～⑪はオリゴ糖、その下はイヌリン様多糖類と思われる。

なお加水分解すると、全部の糖が果糖とブドウ糖になる。多数のスポットがみられることは、一

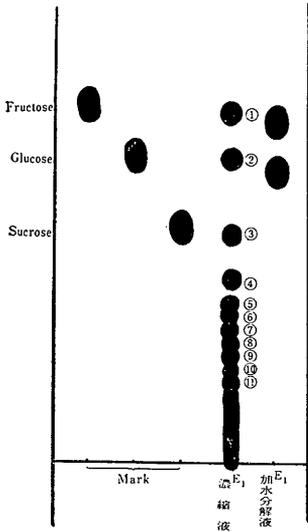


図3 ダリア球根冷水抽出液中の糖を示すペーパークロマトグラム(上昇法)

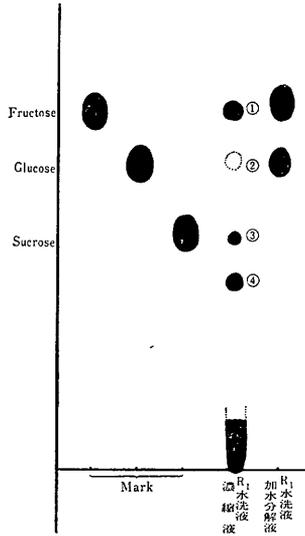


図4 ダリア球根冷水抽出残渣水洗液中の糖を示すペーパークロマトグラム(上昇法)

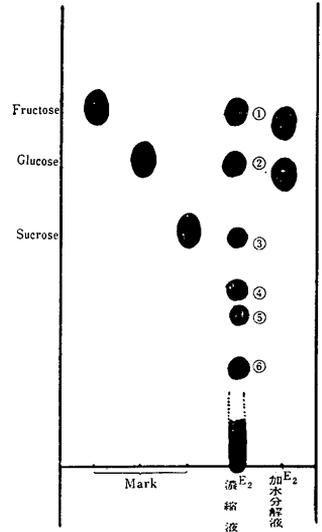


図5 ダリア球根熱水抽出液中の糖を示すペーパークロマトグラム(上昇法)

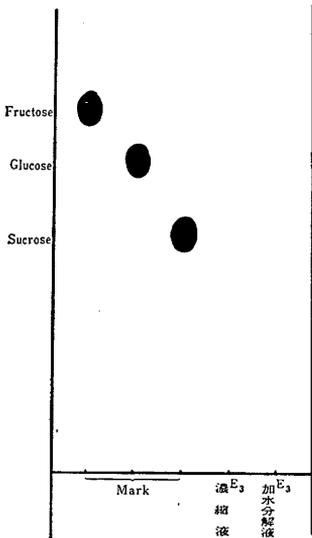


図6 ダリア球根メタノール-ベンゼン抽出液中の糖を示すペーパークロマトグラム(上昇法)

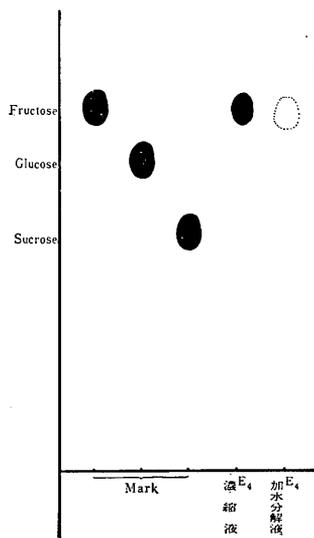


図7 ダリア球根のしゅう酸-しゅう酸アンモン処理液中の糖を示すペーパークロマトグラム(上昇法)

回目の冷水抽出でオリゴ糖はもちろんであるが、イヌリン様多糖類までが多量に抽出されることを示すものである。

(2) R₁ 水洗液の構成糖

図4は R₁ 水洗液のペーパークロマトグラムである。このフラクションに含まれる糖量は多量で

はない。

R-fructose 植から①は果糖, ③はショ糖, ④はオリゴ糖である。原線附近のスポットは、イヌリン様多糖類であるが、E₁にくらべて多くはない。

②はブドウ糖であるが、ごく少量しか含まれていないことがわかる。加水分解すると全部が果糖とブドウ糖になることは、E₁の場合と同じである。

(3) E₂の構成糖

図5はE₂(熱水抽出)のペーパークロマトグラムである。スポットのR-fructose値から①は果糖, ②はブドウ糖, ③はショ糖, ④, ⑤, ⑥はオリゴ糖, その下はイヌリン様多糖類であるが、その量は多量ではない。

また、加水分解液のスポットは、そのR-fructose値から果糖とブドウ糖である。これは各々の糖が果糖とブドウ糖とに加水分解されたことを示すものである。

(4) E₃の構成糖

図6はE₃(メタノール・ベンゼン抽出)のペーパークロマトグラムである。これにはスポットが現われず、前の定量結果からもわかるように糖が含まれていないことを示すものである。

(5) E₄の構成糖

図7は、E₄のペーパークロマトグラムである。濃縮液の方に現われた1つのスポットはそのR-fructose値から果糖である。その量も多くはない。

加水分解の方に、スポットがみられなかった。これは加水分解により、加水分解前に含まれていた果糖が、こわれたためスポットが現われなかったものと思われる。

表4 各フラクションの構成糖

| | fructose | glucose | sucrose | オリゴ糖 | イヌリン様多糖類 |
|------------------------|--------------|---------------|--------------|-----------|----------|
| E ₁ (冷水抽出液) | ++++ (0.987) | ++++ (0.863) | ++++ (0.719) | +++++ | ++++++ |
| R ₁ 水洗液 | +++ (0.987) | + (0.890) | ++ (0.729) | + (0.539) | ++ |
| E ₂ (熱水抽出液) | ++++ (0.951) | ++++ (0.7914) | +++ (0.657) | +++ | +++ |
| E ₃ | | | | | |
| E ₄ | ++ (0.941) | | | | |

() R-fructose 値

考 察

ダリア球根の抽出液中にはブドウ糖, 果糖, オリゴ糖, イヌリン様多糖類が含まれる。球根の26.6%が実質量であり、それに含まれる糖類の完全抽出を目指し、水抽出やアルコール抽出を数回行ない、その量を定量すると実質量の69.8%が炭水化物であることがわかる。その炭水化物のうち還元糖(主としてブドウ糖および果糖)の占める割合が8.4%であり、セルロースと考えられる物質の割合は、8.1%である。すなわちオリゴ糖およびイヌリン様多糖類の占める割合は、実質量の61.4%である。

実質量中、炭水化物以外の物質は7.05%であると計算されるが、この区分についてのどのような物質が存在するかについての追求は今回は行なわなかった。

オリゴ糖およびイヌリン様物質は、冷水にかなり可溶であり、冷水抽出処理でその全量の84.4%がすでに抽出される。

ペーパークロマトグラムからわかるように、ショ糖のスポットの、下方2つ目のスポットから原

点までの間に連続したスポットがみられる。これらはしだいに鎖長が長くなる同じ系統に属するオリゴ糖で、最終的にはイヌリンにまで連らなる一連の糖類であると考えられる。

これは、服部、佐藤らが同じくダリア3~12で個の重合度を有する一連の β -Fructosyl sucrose をみていることと一致する。また村上⁴⁾ は数種の植物について β -Fructosyl sucrose の存在を認めている。

総 括

1. ダリア球根の炭水化物についてその種類および含量を調べた。
2. ダリア球根の炭水化物はブドウ糖、果糖、ショ糖、その他オリゴ糖、イヌリン糖様多糖類およびセルロースで、このうちブドウ糖、果糖のような遊離糖の占める割合は多くない。
3. イヌリン様多糖類はかなり水に可溶であり、ていねいな冷水処理でその大部分が抽出される。ショ糖より鎖長がしだいに長くなる同じ系統に属する一連のオリゴ糖が存在する。

文 献

- 1) Chollet, M. M., *Bull. Soc. Chim. Biol.*, **29**, 824 (1947).
- 2) Bacon, J. S. D., *Nature*, **184**, 1957 (1959).
- 3) Hirst, E. L., Mc Gilvary, D. I., and Percival, E. G. V., *J. Chem. Soc.*, 1297 (1950).
- 4) Murakami, S., *Botanical Mag.*, **77**, 308 (1964).