

図2 水耕栽培品を含む黄連類の正イオン検出データを用いた多変量解析によるスコアプロット

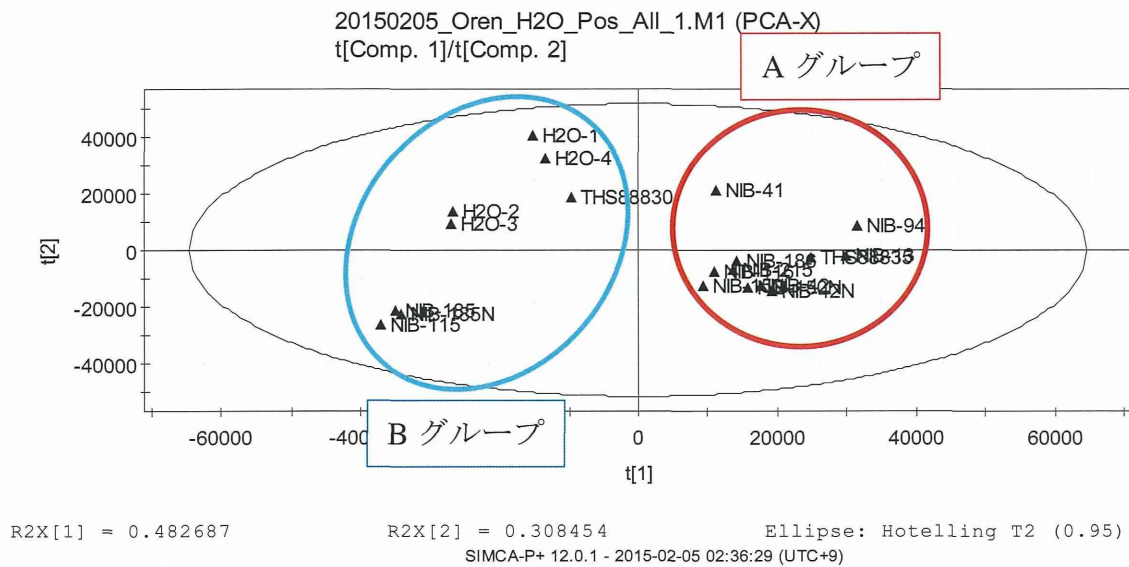


図3 水耕栽培品を含む黄連類の正イオン検出データを用いた多変量解析によるS-プロット

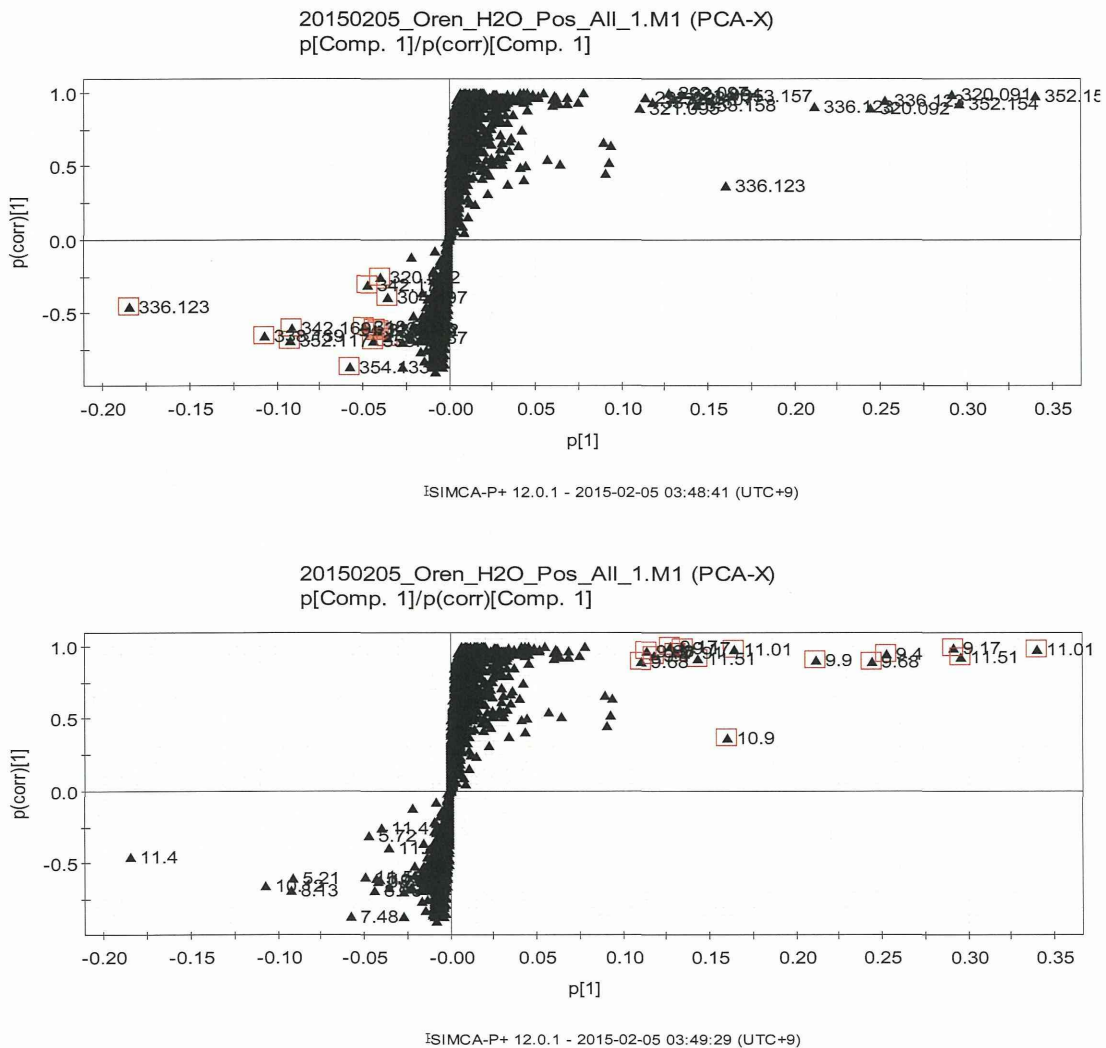
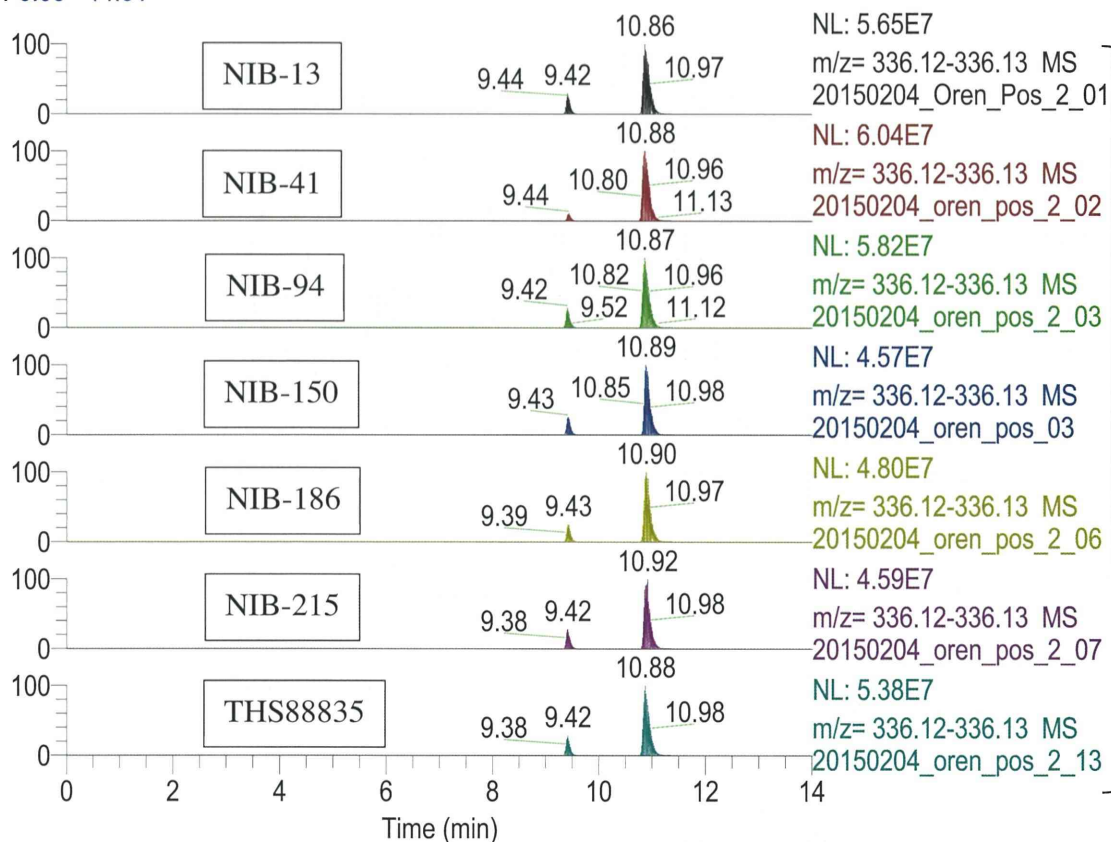
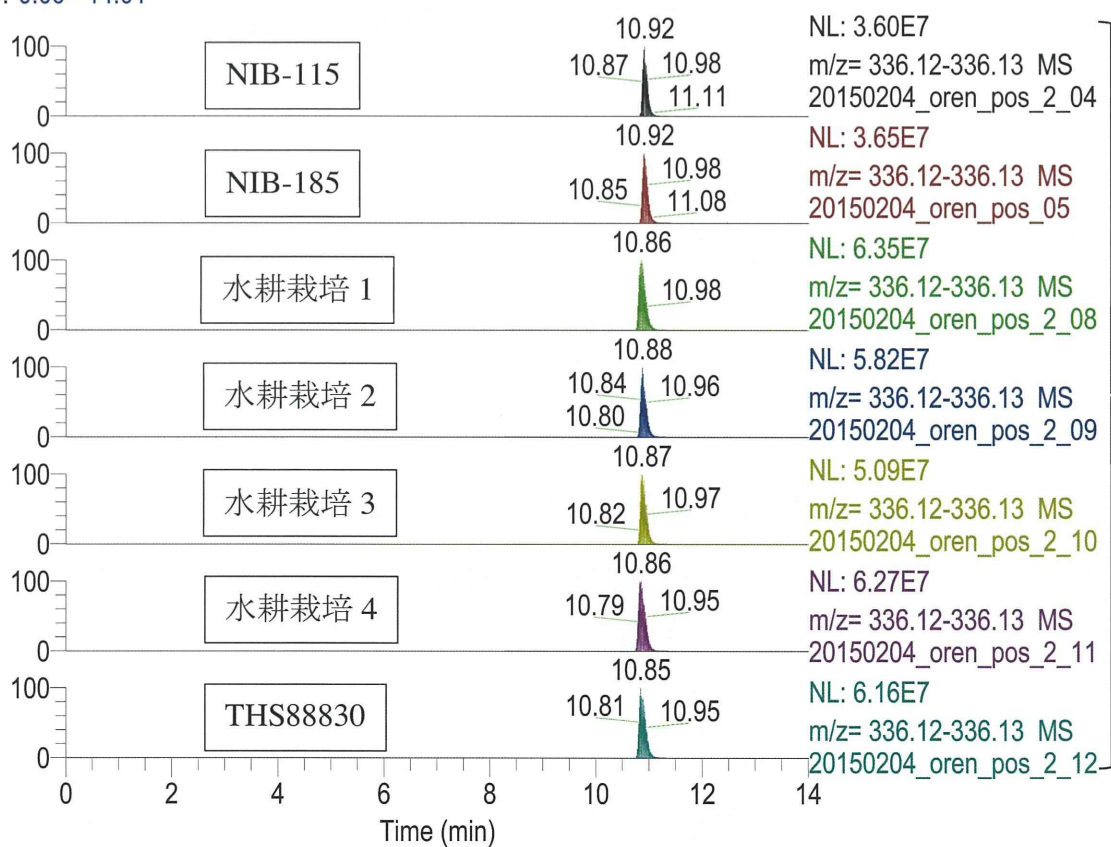


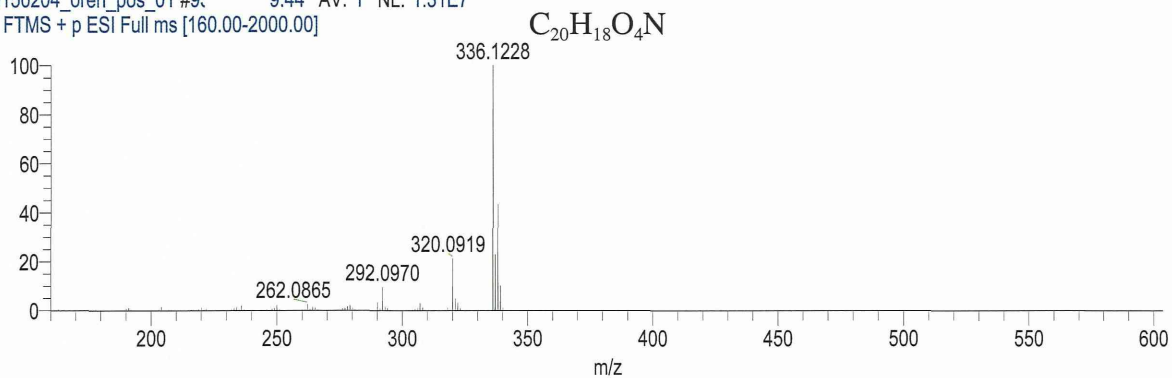
図4 m/z 336.12 - 13 の XIC と保持時間 9.4 分および 10.9 分のマススペクトル
RT: 0.00 - 14.01



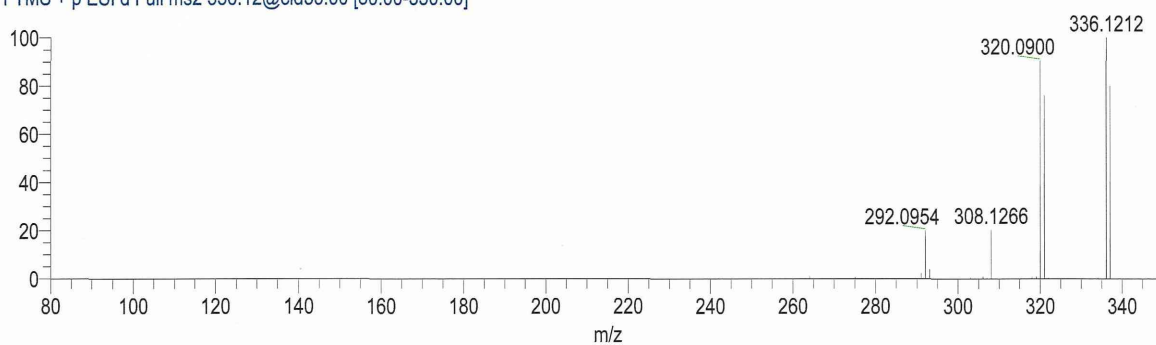
RT: 0.00 - 14.01



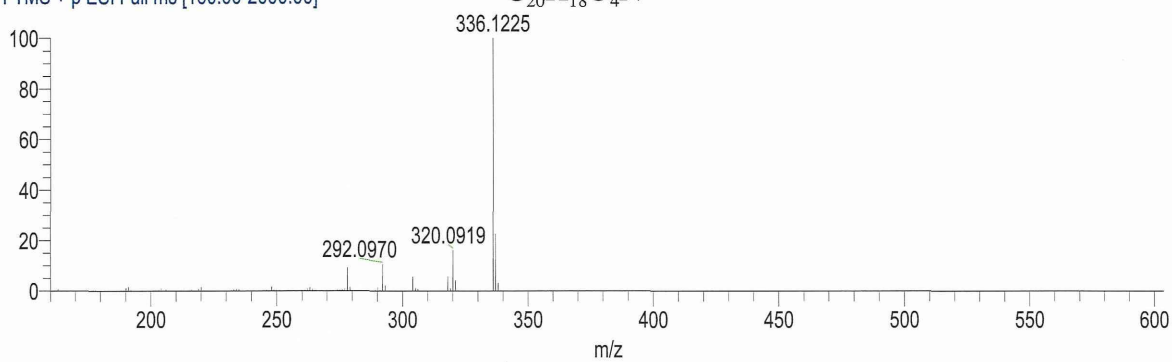
20150204_oren_pos_01 #9t 9.44 AV: 1 NL: 1.31E7
T: FTMS + p ESI Full ms [160.00-2000.00]



20150204_oren_pos_01 #9t 9.38 AV: 1 NL: 5.88E5
T: FTMS + p ESI d Full ms2 336.12@cid35.00 [80.00-350.00]



20150204_oren_pos_01 #1' : 10.90 AV: 1 NL: 4.38E7
T: FTMS + p ESI Full ms [160.00-2000.00]



20150204_oren_pos_01 #1(: 10.81 AV: 1 NL: 7.12E5
T: FTMS + p ESI d Full ms2 336.12@cid35.00 [80.00-350.00]

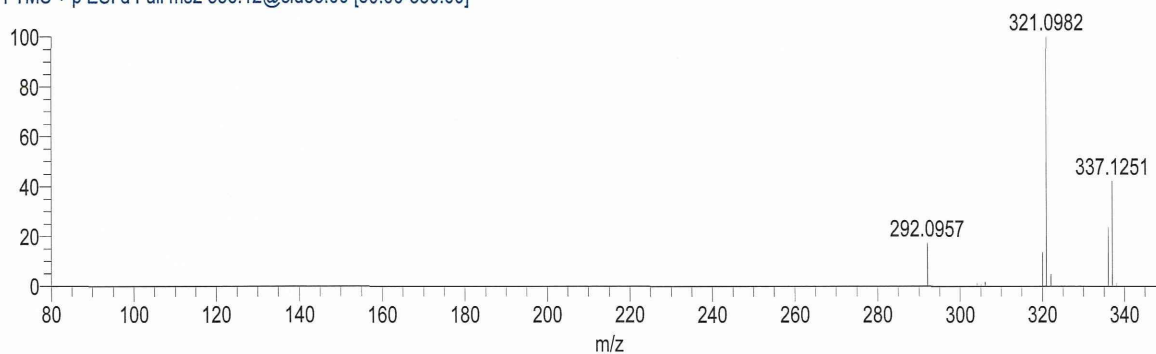
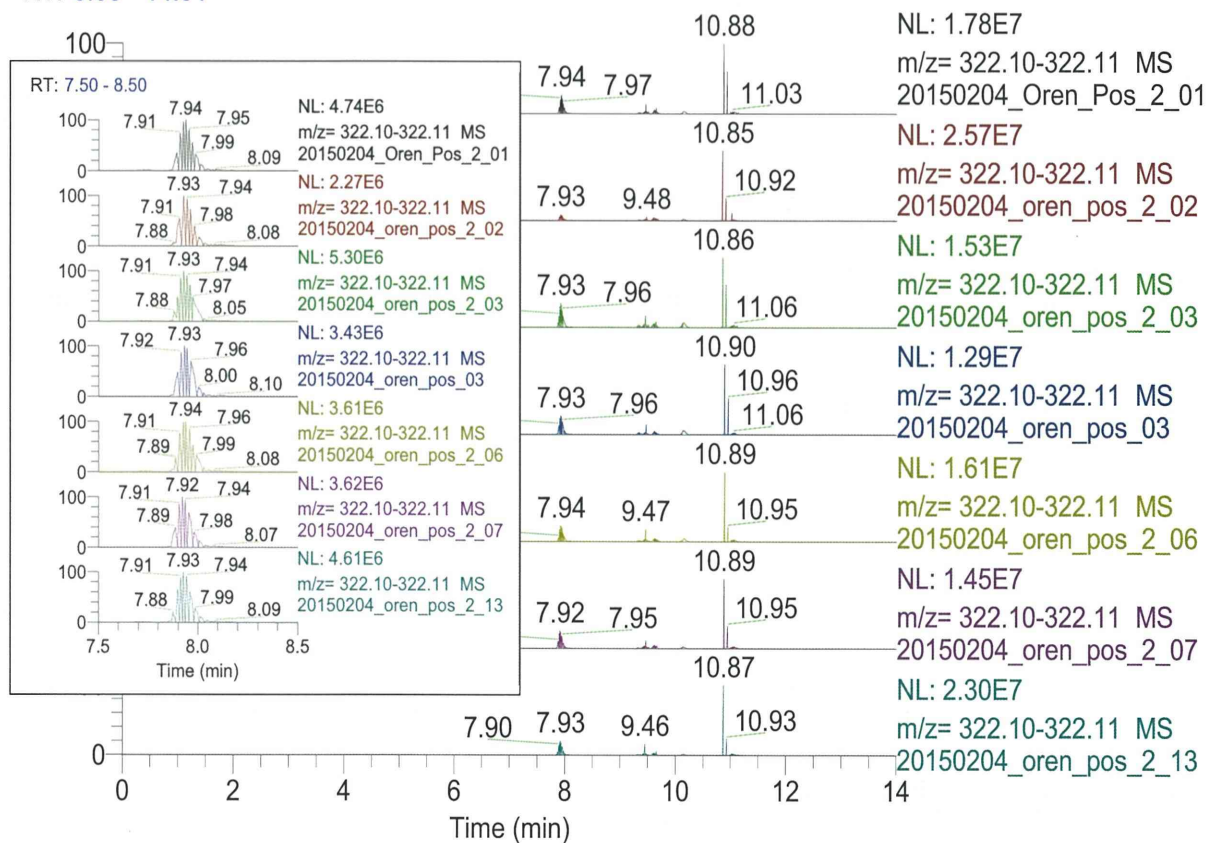
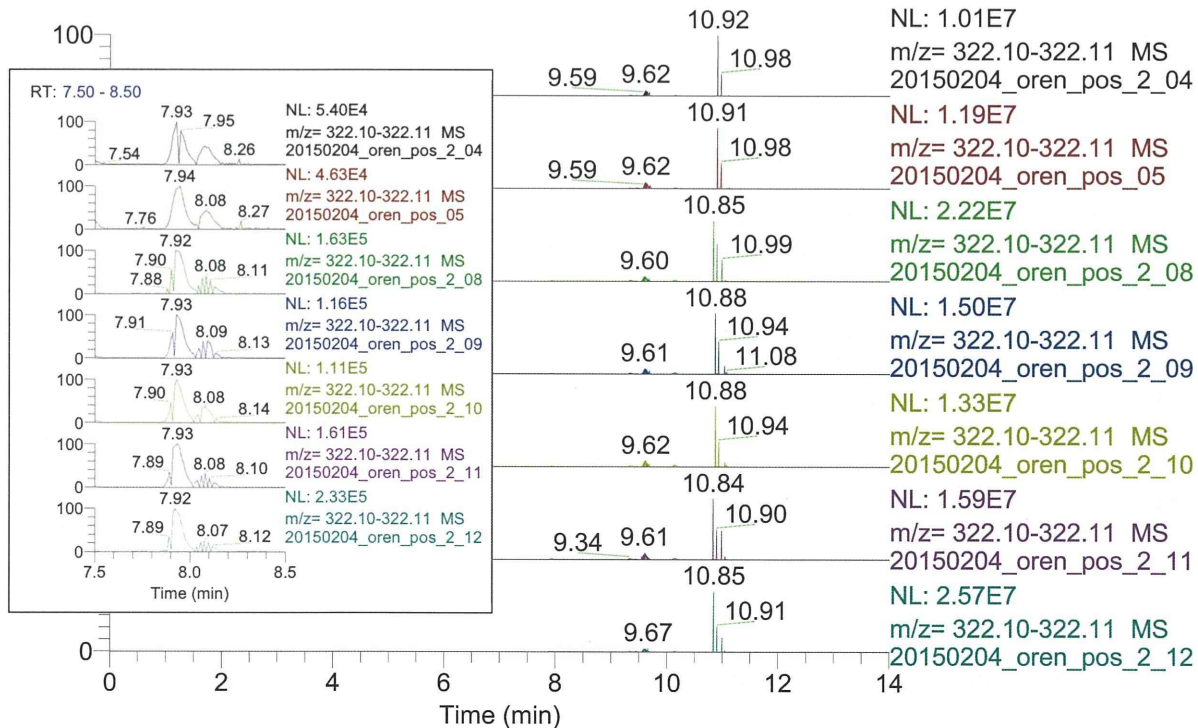


図5 m/z 322.10 - 332.11 の XIC と保持時間 7.9 分のマススペクトル

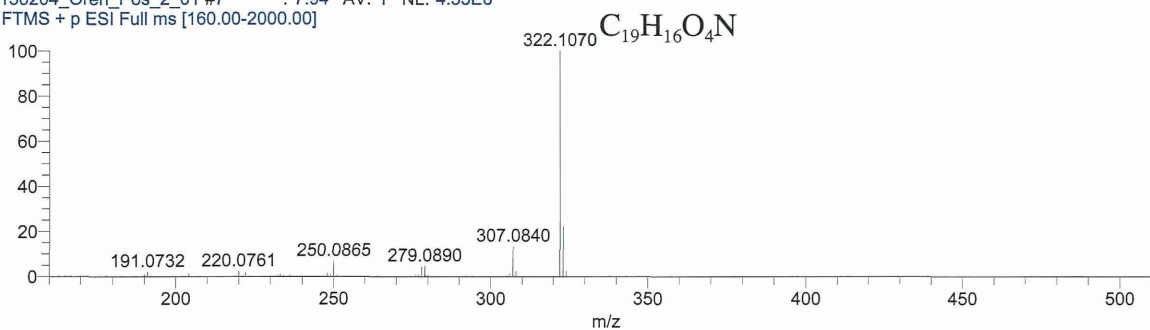
RT: 0.00 - 14.01



RT: 0.00 - 14.01



20150204_Oren_Pos_2_01 #7 : 7.94 AV: 1 NL: 4.55E6
T: FTMS + p ESI Full ms [160.00-2000.00]



20150204_Oren_Pos_2_01 #7 : 7.87 AV: 1 NL: 1.51E5
T: FTMS + p ESI d Full ms2 322.11@cid35.00 [75.00-335.00]

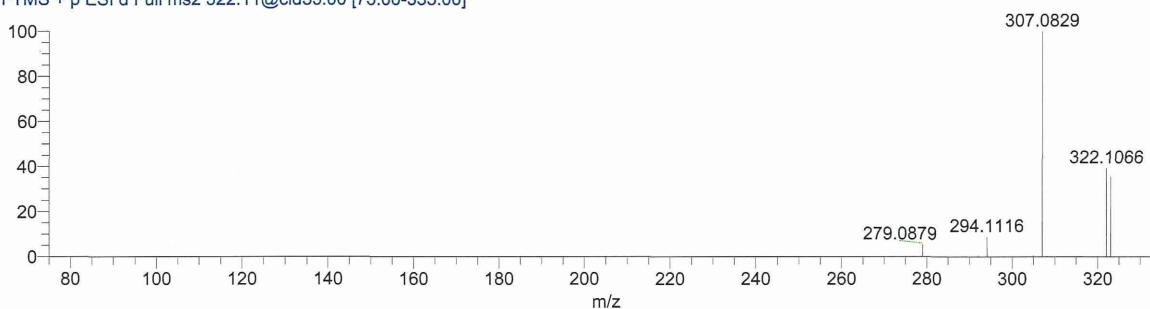
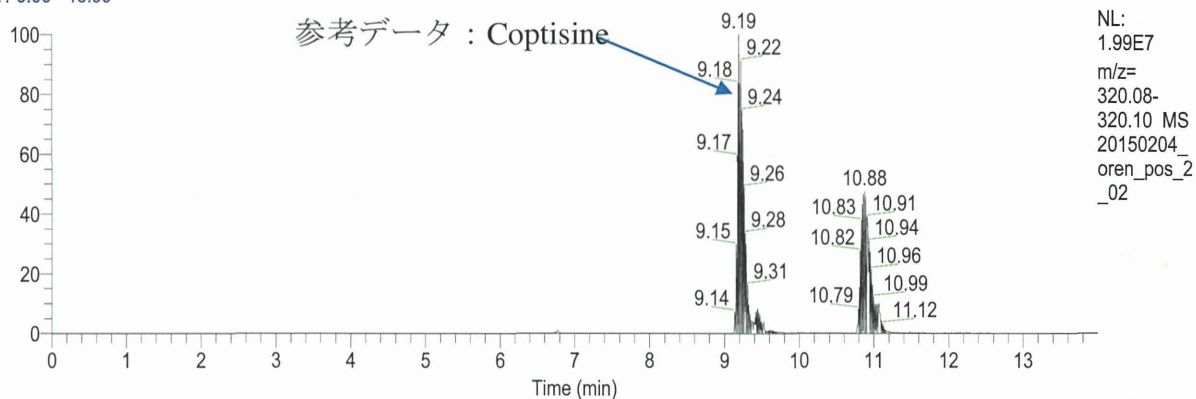
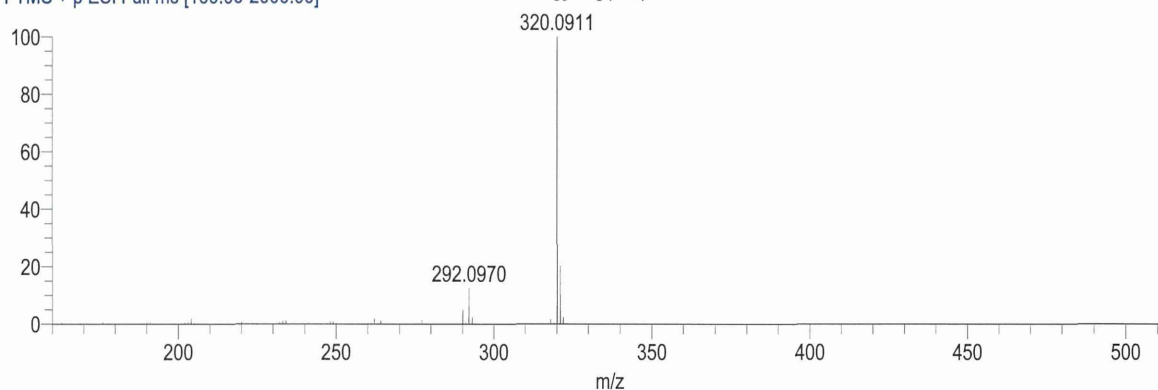


図6 Coptisine の分子イオンに相当する m/z 320.08 - 320.10 の XIC と保持時間 9.2 分のマススペクトル

RT: 0.00 - 13.99



20150204_oren_pos_2_02 #9 9.19 AV: 1 NL: 1.98E7
T: FTMS + p ESI Full ms [160.00-2000.00]



20150204_oren_pos_2_02 #9 9.13 AV: 1 NL: 1.19E5
T: FTMS + p ESI d Full ms2 320.09@cid35.00 [75.00-335.00]

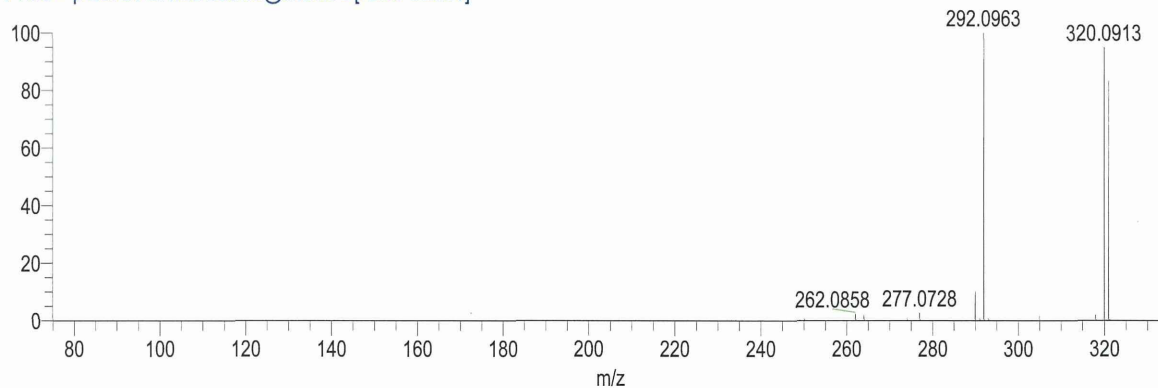
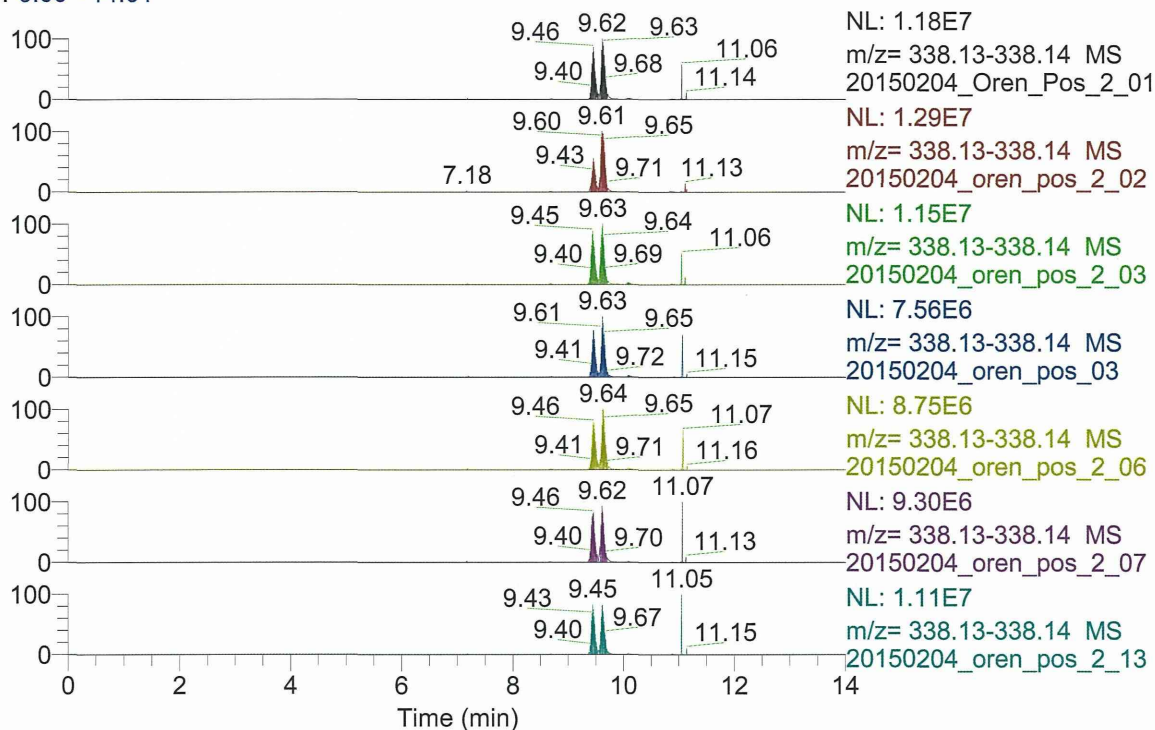
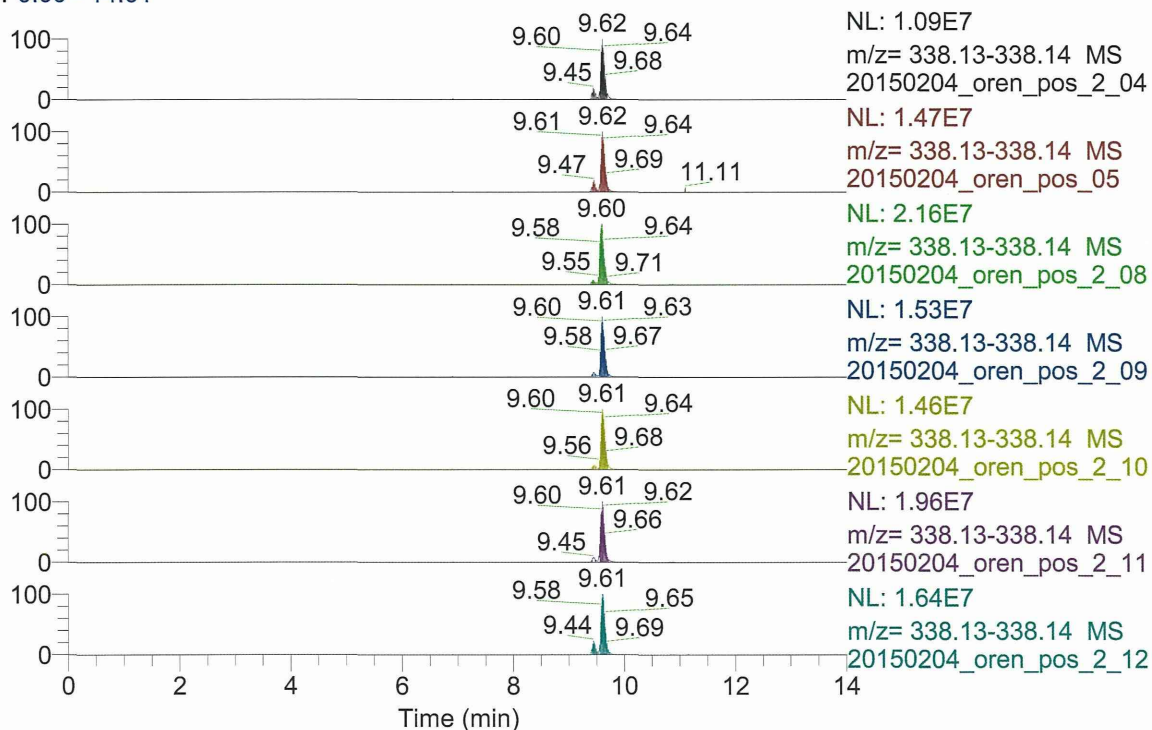


図7 m/z 338.13 - 338.14 の XIC と保持時間 9.4 分および 9.6 分のマススペクトル

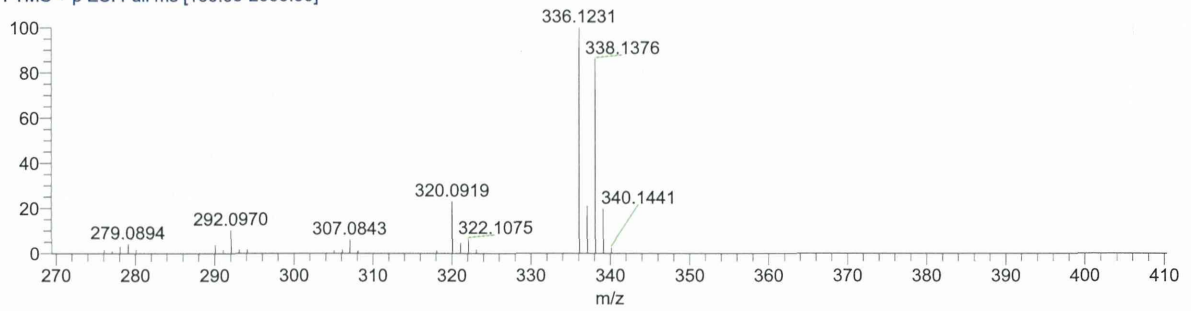
RT: 0.00 - 14.01



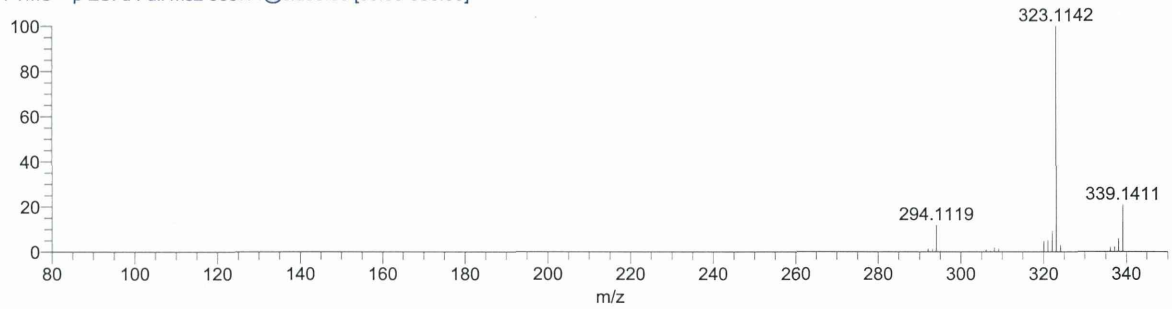
RT: 0.00 - 14.01



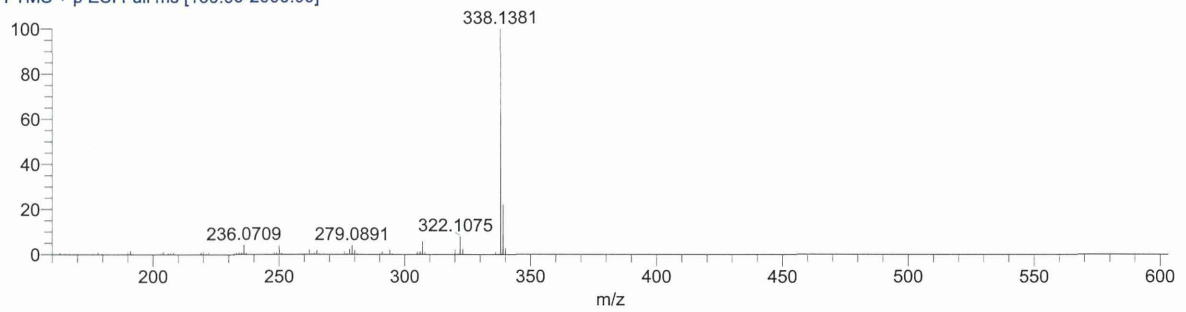
20150204_Oren_Pos_2_01 # : 9.46 AV: 1 NL: 1.16E7
T: FTMS + p ESI Full ms [160.00-2000.00]



20150204_Oren_Pos_2_01 # : 9.51 AV: 1 NL: 6.58E6
T: FTMS + p ESI d Full ms2 338.14@cid35.00 [80.00-350.00]



20150204_Oren_Pos_2_01 # : 9.63 AV: 1 NL: 1.11E7
T: FTMS + p ESI Full ms [160.00-2000.00]



20150204_Oren_Pos_2_01 # : 9.65 AV: 1 NL: 1.45E7
T: FTMS + p ESI d Full ms2 338.14@cid35.00 [80.00-350.00]

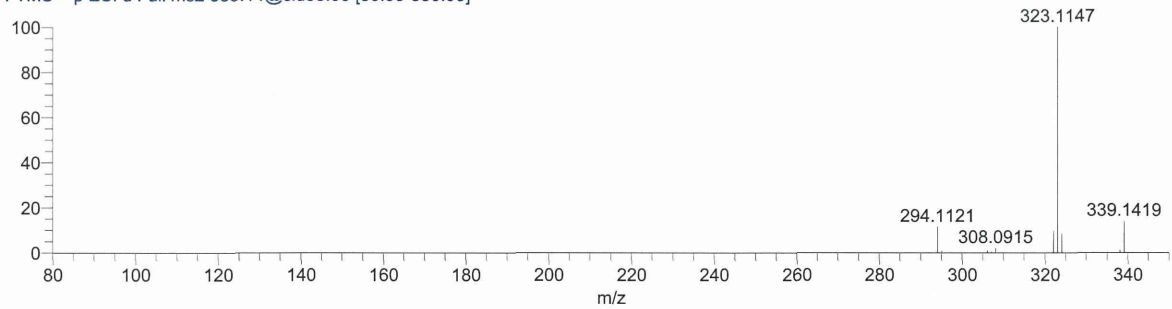


図 8 水耕栽培品を含む黄連類の負イオン検出データを用いた多変量解析によるスコアプロット

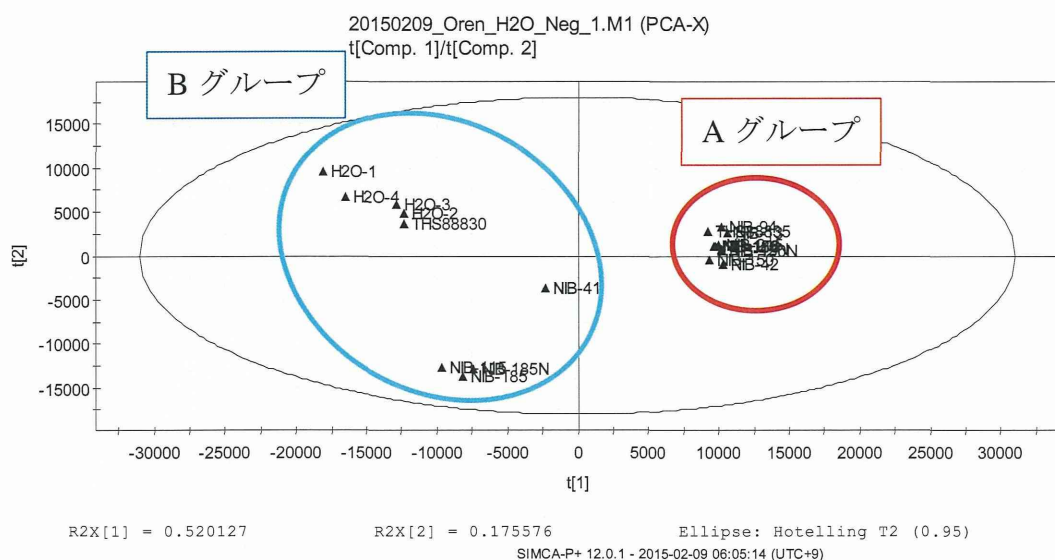


図 9 水耕栽培品を含む黄連類の負イオン検出データを用いた多変量解析によるローディングプロット

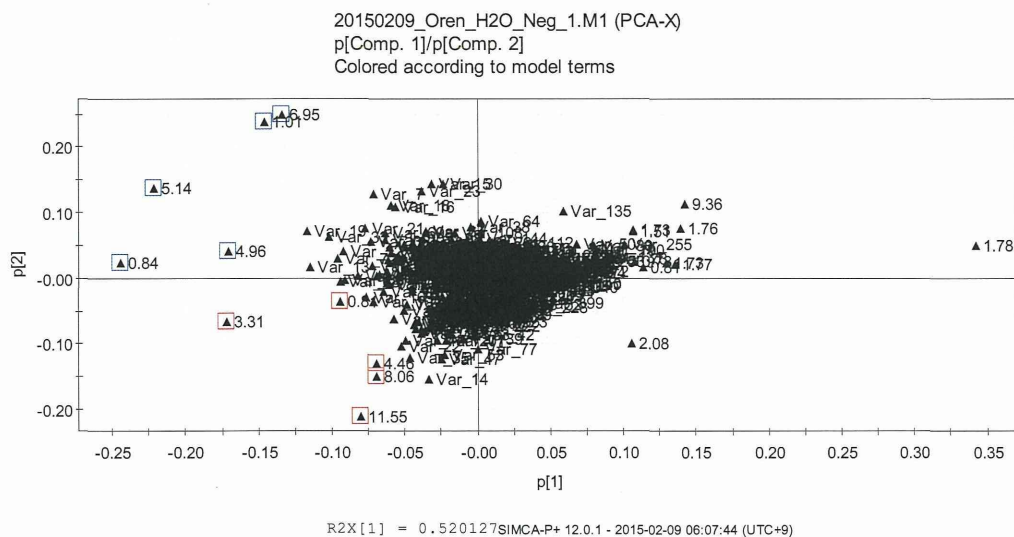
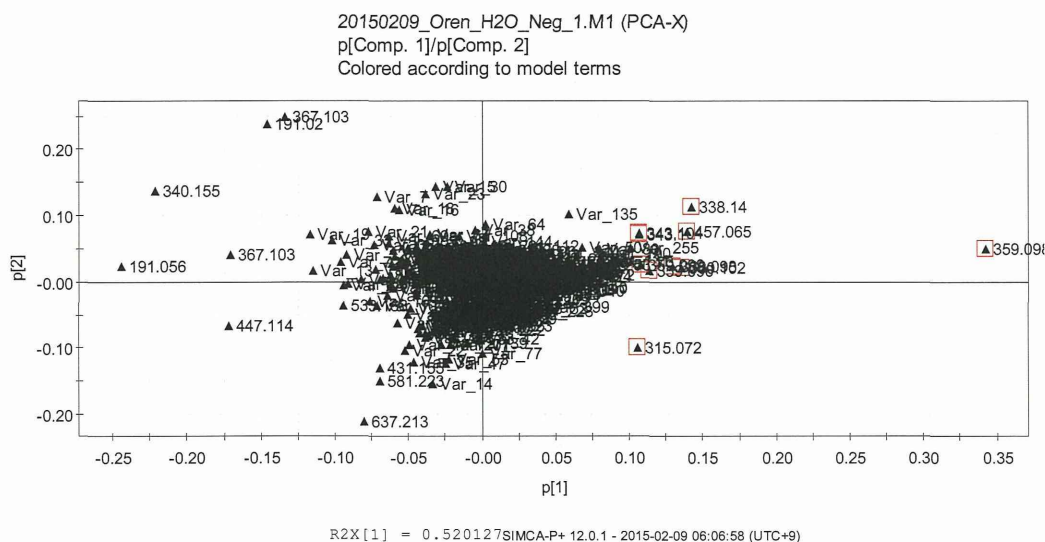
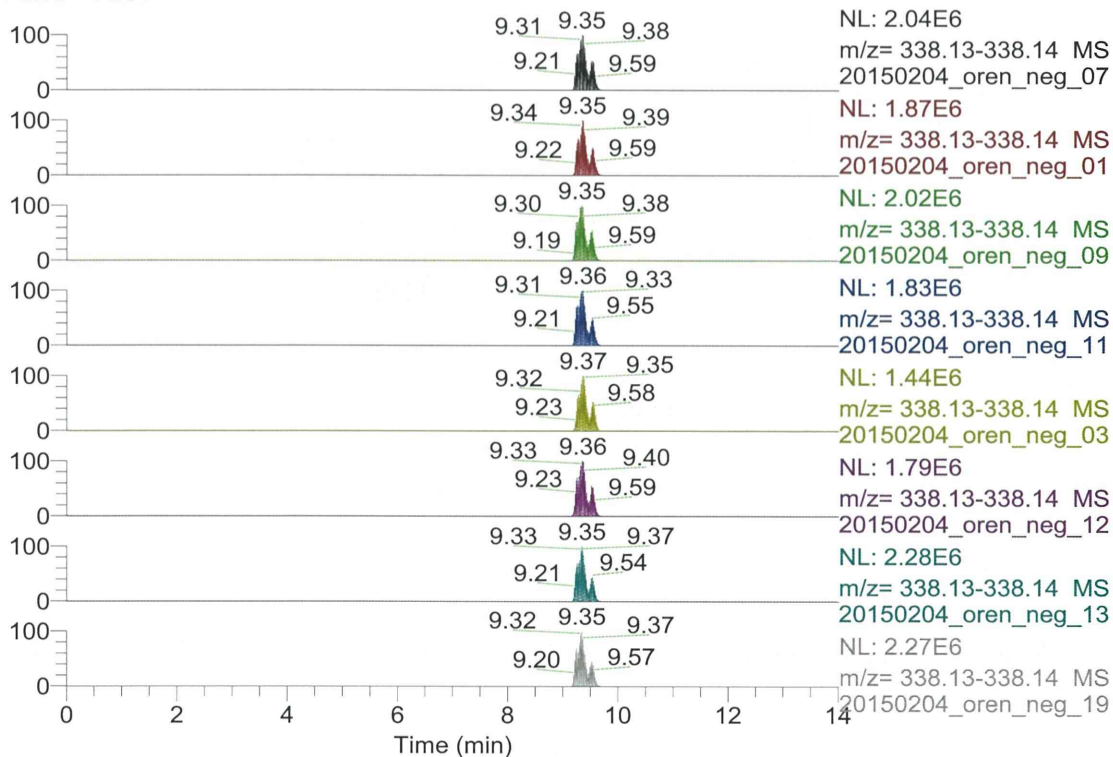
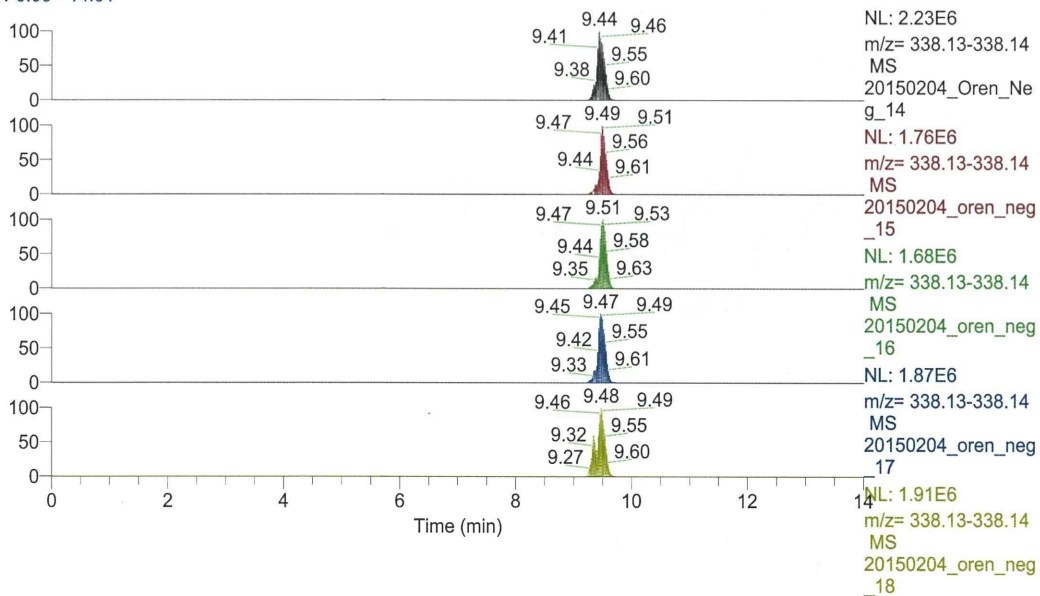


図 10 m/z 338.13 - 338.14 の XIC

RT: 0.00 - 14.01



RT: 0.00 - 14.01



RT: 0.00 - 14.01

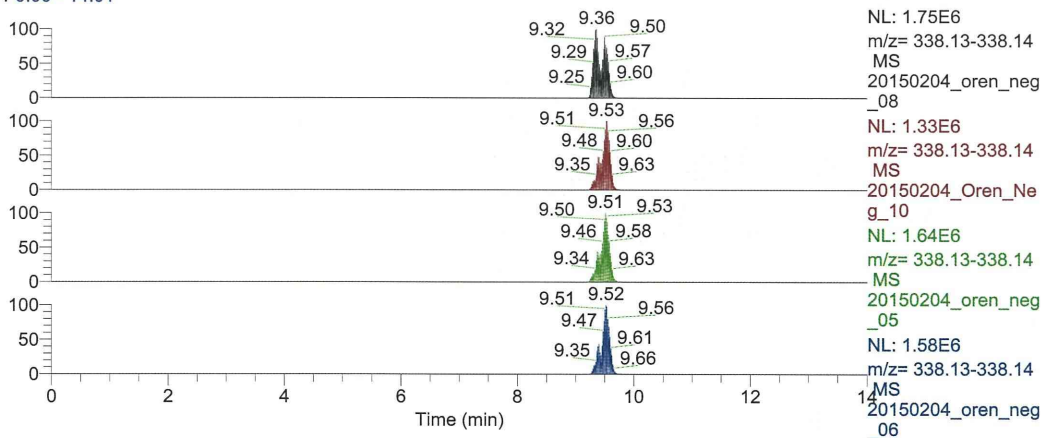
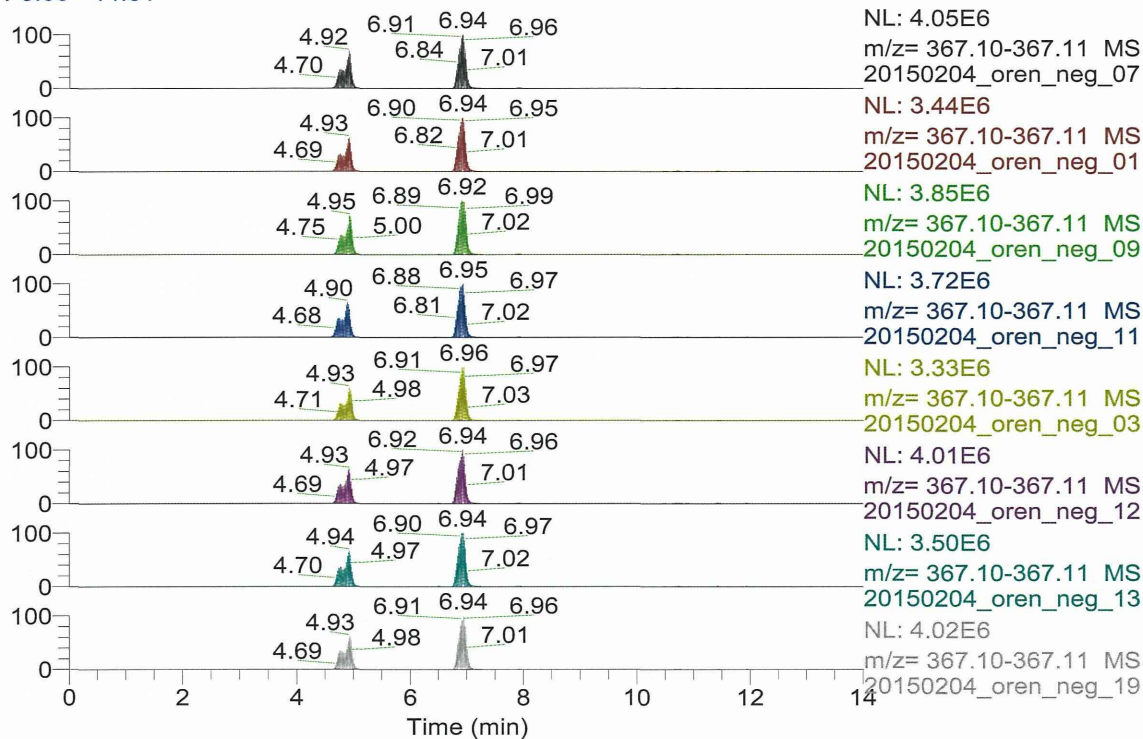
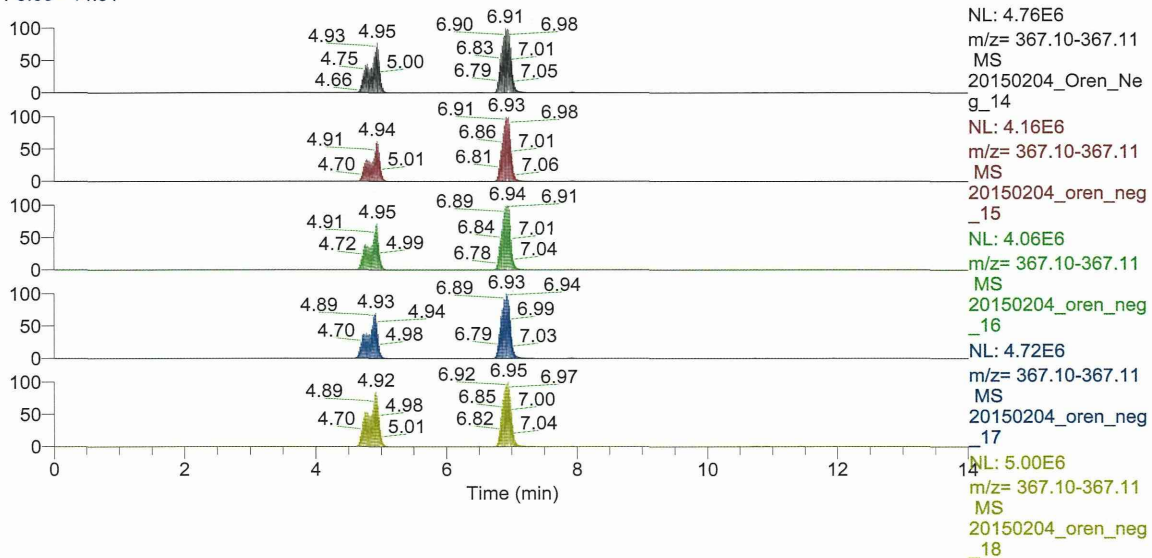


図 11 m/z 367.10 - 367.11 の XIC

RT: 0.00 - 14.01



RT: 0.00 - 14.01



RT: 0.00 - 14.01

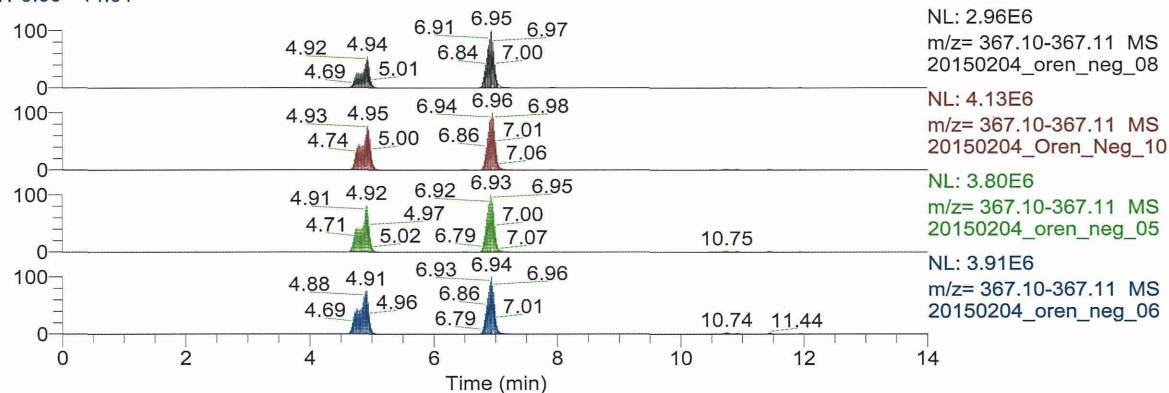
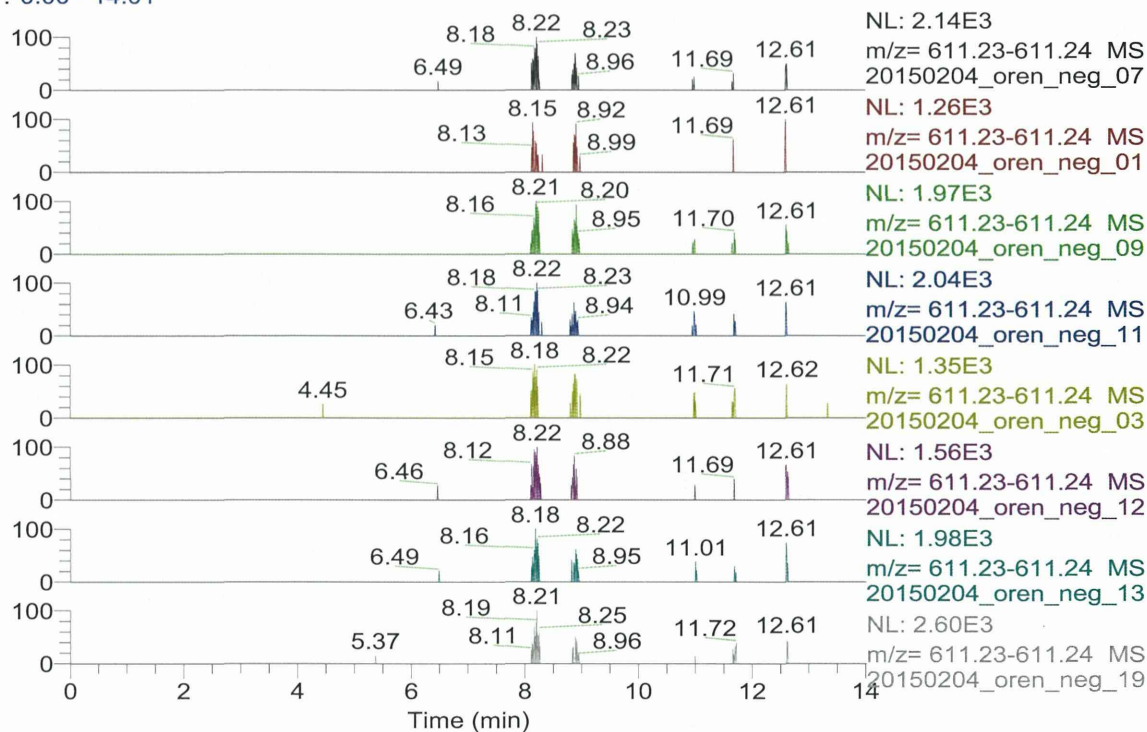
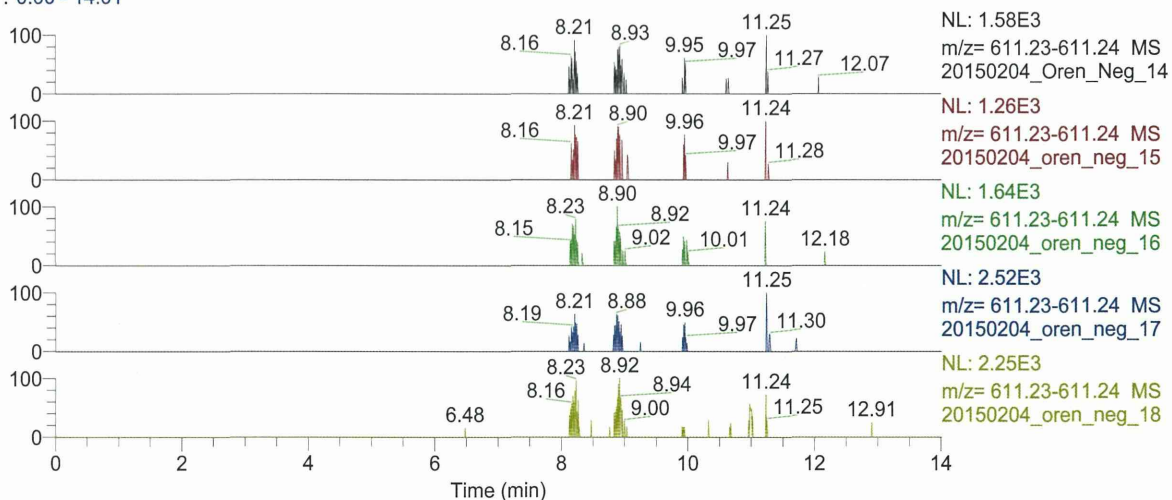


図 12 m/z 611.23 - 611.24 の XIC

RT: 0.00 - 14.01



RT: 0.00 - 14.01



RT: 0.00 - 14.01

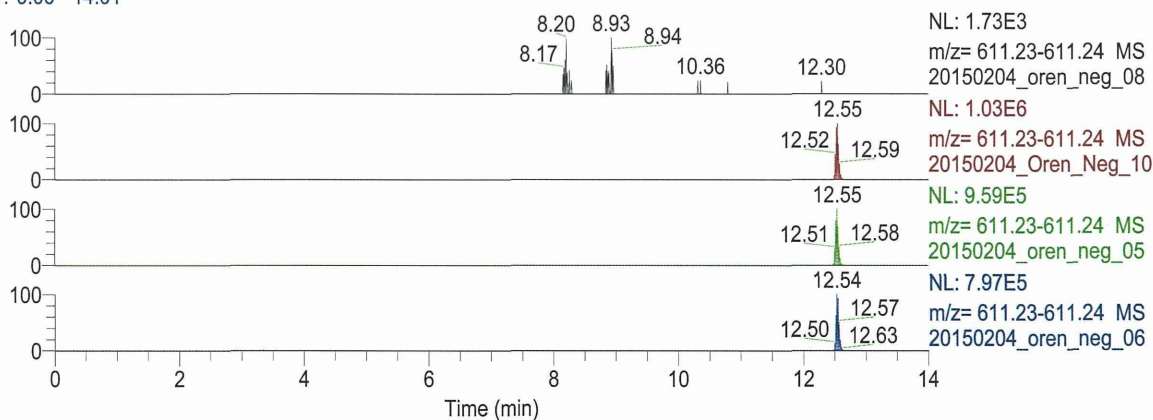
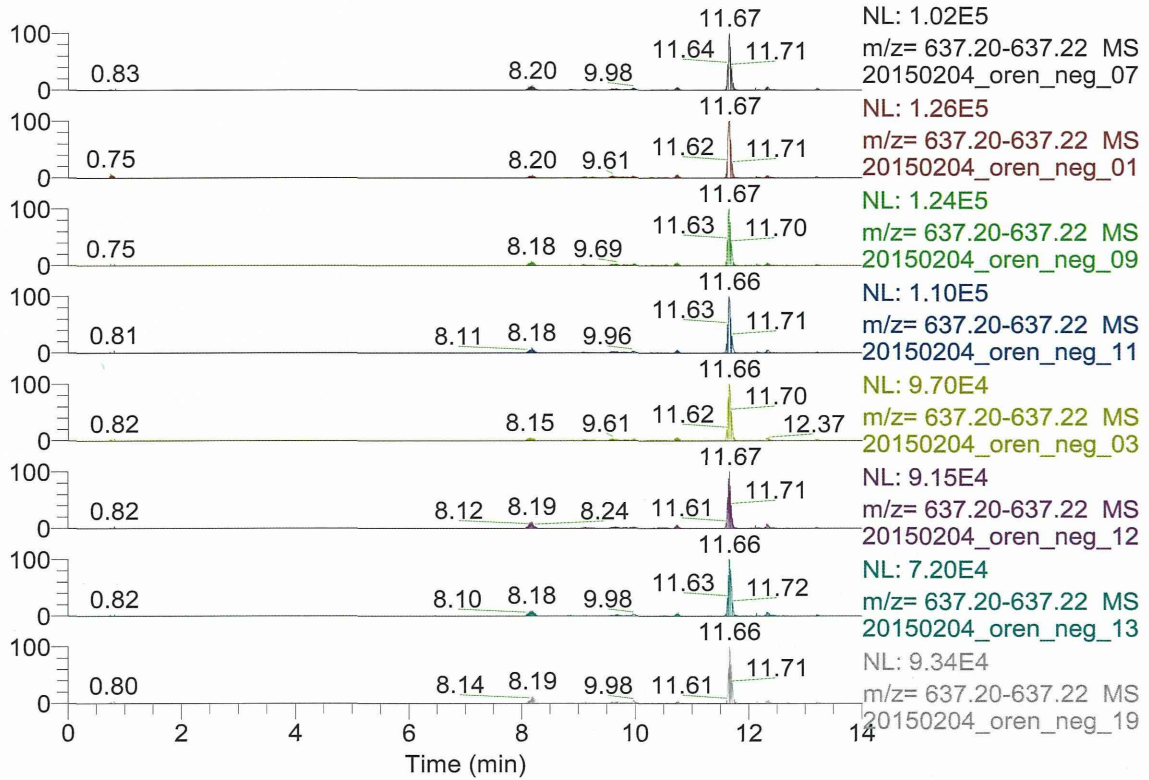
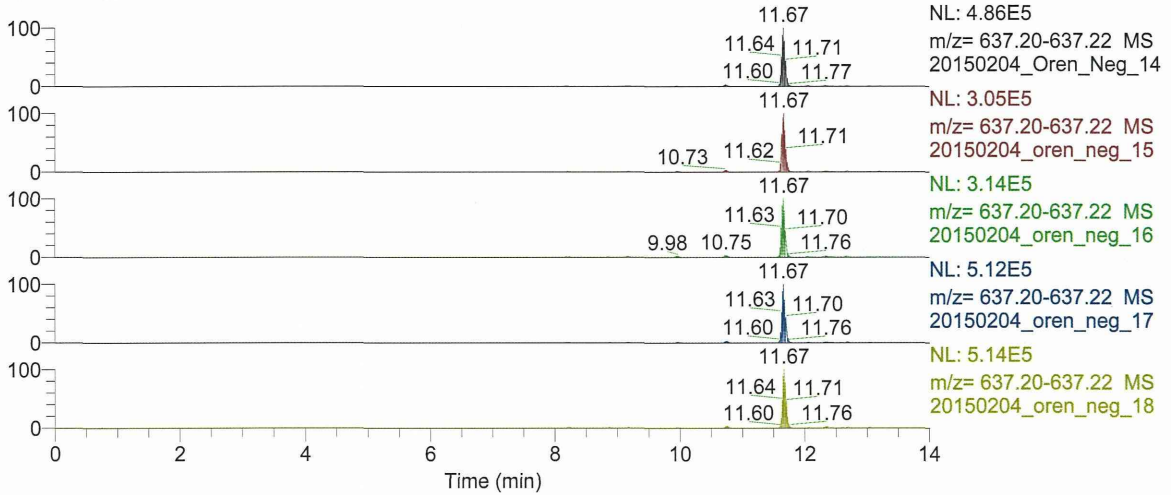


図 13 m/z 637.20 - 637.22 の XIC

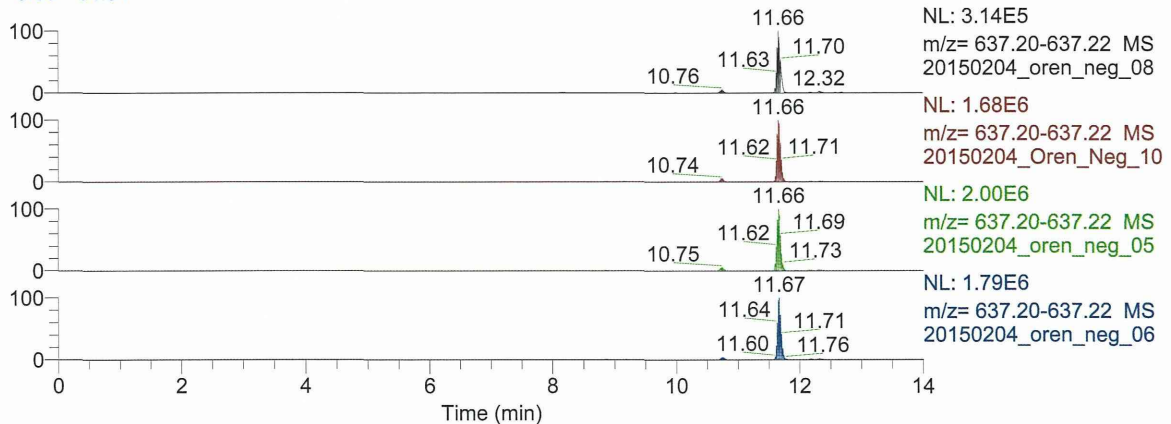
RT: 0.00 - 14.01



RT: 0.00 - 14.01



RT: 0.00 - 14.01



平成26年度厚生労働科学研究費補助金（創薬基盤推進研究事業）
人工水耕栽培システムにより生産した甘草等漢方薬原料生薬の実用化に向けた
実証的研究（H24-創薬総合-一般-007）
分担研究報告書

分担研究課題：人工水耕栽培システムで生産した生薬の化学的評価に関する研究

-人工水耕栽培システムにより生産した生薬の日本薬局方試験に関する研究-

研究分担者 川原信夫（独）医薬基盤研究所 薬用植物資源研究センター
センター長

要旨 人工水耕栽培で育成したウラルカンゾウ優良株挿し木苗を圃場栽培し生産した（人工水耕-圃場ハイブリッド栽培：ハイブリッド栽培）甘草について、日本薬局方（日局）試験及び個別元素分析を実施した。栽培地、栽培方法、栽培日数、挿し木苗の性状及びクローンが異なる30検体について、外部形態を観察した後に5試験区の検体について内部形態観察をおこなった。次に、日局性状に記載される径0.5cm以上及び0.5cm未満に分け、各々についてグリチルリチン酸（GL）を定量した。さらに、GL含量が規格に適合した検体について、日局理化学試験（乾燥減量、確認試験、灰分、酸不溶性灰分、エキス含量）及び個別4元素定量（As, Pb, Hg, Cd）を実施した。

外部形態は全検体が、内部形態は観察した5検体全てが日局カンゾウに適合していた。なお、道管径、シュウ酸カルシウム単晶の数においては水耕栽培品と圃場栽培品の両方の特徴を有することを確認した。径が0.5cm以上の部分でGL含量が日局規格値（2.5%以上）を満たした検体は8検体であった。これら8検体は、日局理化学試験規格に適合した。

北海道栽培品はGL含量が高い傾向を示し、この高含量の要因を明らかにすることで、人工水耕栽培育成のウラルカンゾウ優良株挿し木苗の圃場栽培（ハイブリッド栽培）の実用化の可能性が検証できると考えられる。

研究協力者	福田達男	北里大学薬学部附属薬用植物園
武田修己	東京生薬協会	准教授
吉松嘉代	（独）医薬基盤研究所	石川 寛 同 助教
	薬用植物資源研究センター	渡辺 信 琉球大学熱帯生物圏
	筑波研究部 育種生理研究室長	研究センター西表研究施設
乾 貴幸	同 筑波研究部 特任研究員	
河野徳昭	同 筑波研究部 主任研究員	A. 研究目的
北澤 尚	同 筑波研究部	昨年度までに、人工水耕栽培、支持体水耕
	主任技術専門員	栽培及び人工水耕-圃場ハイブリッド栽培
菱田敦之	同 北海道研究部	（ハイブリッド栽培）された甘草について、
	研究サブリーダー	日本薬局方（日局）試験〔性状の確認、グリ
林 茂樹	同 北海道研究部 研究員	チルリチン酸（GL）定量、確認試験 TLC、乾

乾燥減量、灰分、酸不溶性灰分測定及びエキス含量の測定]を実施してきた。その結果、人工水耕栽培ではGL含量が低いのに対し、支持体水耕栽培及びハイブリッド栽培された検体ではGL含量が日局規格を満たす個体を数多く認めた。

今年度は、甘草における水耕栽培技術を実用化に近づけるため、人工水耕栽培により育苗した苗を圃場に定植し栽培（ハイブリッド栽培）した甘草について、さらに例数を増やし検討した。すなわち、ハイブリッド栽培甘草について日局への適合性を評価し、その有用性を評価したので報告する。

B. 研究方法

1. 材料

人工水耕栽培のウラルカンゾウを挿し木して得られた苗を圃場に定植して栽培し、得られた甘草 30 検体を用いた。各検体はそれぞれ 1 個体より成る。各検体を日局記載の性状に適合する径 0.5cm 以上の部分及び適合しない径 0.5cm 未満の部分に分け、材料の詳細、実施した試験項目を表 1 に示す。

2. 性状調査

2-1. 外部形態

各検体について外部形態を観察後、重量を測定した。

2-2. 内部形態

試験区が異なる 5 検体（14GuTS-13、14GuTS-34、14GuTS-48、14GuHK-3、14GuKU-2）について、内部形態を調査した。調査個体の外形と調査部位を図 1 に示す。考察の際には 2013 年度に報告した野生甘草、水耕栽培甘草及びハイブリッド栽培甘草の情報を用いた。材料の詳細、実施した試験項目を表 1 に示す。

各個体について径 0.5cm 以上及び径 0.5cm 未満より 1 箇所ずつ切り出し検討した。試験方法は日局<5.01 生薬試験法>に準じ、以下の方法で試料を作製し、観察した。約 24 時間水浸・脱気し、大型滑走式マイクローム REM-710・SB リトラーム（大和光機）およ

び MC-802A エレクトロフリーズ（大和光機）で厚さ 30 μ m の横切片を作製、オードジャベル液で脱色後にメチレンブルーで染色し、グリセリン水で封入し、鏡検用試料とした。

3. 成分定量

各検体について日局カンゾウ定量法の 2 分の 1 量にて GL を定量した。すなわち、粉末約 0.25g を精密に量り、共栓遠心沈殿管に入れ、希エタノール 35mL を加えて 15 分間振り混ぜ、遠心分離し、上澄液を分取した。残留物は更にエタノール 12.5mL を加え、同様に操作した。全抽出液を合わせ、希エタノールを加えて正確に 50mL とし試料溶液とした。定量値は後述の乾燥減量値を用いて換算した。

分析機器：LC-Solution（Shimadzu）、フォトダイオードアレイ検出器：SPD-M10Avp

（Shimadzu）、カラム：TSKGEL ODS-80Ts 5 μ m, 4.6mm \times 250mm（Tosoh）、カラム温度：20 $^{\circ}$ C、流速：1.0mL/min、移動相：薄めた酢酸（31）（1 \rightarrow 15）/アセトニトリル混液（3:2）、標準化合物：日局標準品グリチルリチン酸標準品（GLY06010608）

4. 理化学試験

4-1. 乾燥減量

試料量が十分であった検体を用いて乾燥減量を測定した。試験方法は日局<5.01 生薬試験法>に準じた。

4-2. 灰分

GL 含量が 2.5% 以上であった 8 検体について灰分を測定した（表 1）。試験方法は日局<5.01 生薬試験法>に準じた。

4-3. 酸不溶性灰分

GL 含量が 2.5% 以上であった 8 検体について酸不溶性灰分を測定した（表 1）。試験方法は日局<5.01 生薬試験法>に準じた。

4-4. 確認試験

GL 含量が 2.5% 以上であった 8 検体を用い

TLC 確認試験を実施した。試料量は日局記載の 2 分の 1 量とした。試料量が少ない検体については 4 分の 1 量にて実施した。

すなわち、粉末 1.0g にエタノール(95) / 水溶液(7:3)5.0mL を加え、水浴上で 5 分間振り混ぜながら加熱し、冷後、ろ過し、ろ液を試料溶液とした。試料量が少ない検体に関しては、粉末 0.5g にエタノール(95) / 水溶液(7:3)2.5mL を加え、同様の操作をおこなった。

スポット量：2 μ L、展開溶媒：1-ブタノール/水/酢酸(100)混液(7:2:1)、展開距離：7cm、TLC プレート：TLC ガラスプレートシリカゲル 60 F₂₅₄(Merck)、確認波長：254nm

4-5. エキス含量

GL 含量が 2.5%以上であった 8 検体について、希エタノールエキス含量を測定した。試験方法は日局<5.01 生薬試験法>に準じた。

5. 個別元素分析

GL 含量が 2.5%以上であった 8 検体について、マイクロ波試料前処理装置により処理後、誘導結合プラズマ質量分析装置(ICP/MS)を用いてヒ素、カドミウム、水銀、鉛を測定した。誘導結合プラズマ-質量分析装置

(ICP/MS)：Agilens7500cx (Agilent Technologies)、マイクロ波試料前処理装置：ETHOS PRO STARTD (マイルストーンゼネラル株)

C. 結果

1. 性状調査

1-1. 外部形態

調査検体はいずれも細長い円柱形を呈し、野生品に比べて分枝が多く、細根がある点が異なっていた(図 1)。昨年度までに検討した人工水耕栽培、支持体水耕栽培にて得られた甘草より根頭径が太い個体を多く認め、全個体において、0.5cm 以上の部分を有していた。特に茨城県でのハウス筒栽培、筒栽培品では太い検体を多く認めた(表 2、表 3)。

1-2. 内部形態

対象とした検体の横切面(図 2-1~2-10)を観察した結果、全てで以下の性状を確認し、日局性状記載に一致することを確認した。

- ・ 黄褐色の多層のコルク層とその内層に 1~3 細胞層のコルク皮層がある。
- ・ 皮部には放射組織と退廃師部が交互に放射状に配列し、師部には細胞結晶列で囲まれた厚壁で木化不十分な師部繊維群がある。
- ・ 木部には黄色で巨大な道管の列と 3~10 細胞列の放射組織が交互に放射状に配列する。
- ・ 道管は結晶細胞列で囲まれた木部繊維および木部柔細胞を伴う。
- ・ 柔細胞はでんぷん粒を含み、また、しばしばシュウ酸カルシウムの単晶を含む。

なお、日局において道管は「巨大」とされているが、その具体的数値は示されていないため、日局の性状に一致すると判断した。

2013 年度調査品で認めず、本調査で新たに認めた特徴的な構造を以下に挙げる。

- ・ 径 0.5cm 以上の検体において、木部中に木部柔組織が規則的に並ぶ年輪様の構造を 3 検体(14GuTS-34, 14GuTS-48, 14GuKU-2)で認め(図 2-3, 2-5, 2-9)、このうち 2 検体(14GuTS-34, 14GuKU-2)ではこの木部柔組織中にシュウ酸カルシウム単晶を認めた(図 2-3, 2-9)。
- ・ 前記の特徴を有する検体のうち 14GuTS-34 では、年輪様構造を境に中心部側で水耕栽培品の特徴が、皮部側でそれとは異なる傾向を示す昨年度のハイブリッド栽培(北海道圃場栽培)品の特徴が見られた(図 2-3)。なお、水耕栽培品の特徴とは、2013 年度に報告した『水耕栽培品は野生品と比べて、1) 道管が少ない、2) 道管径が小さい、3) シュウ酸カルシウム単晶が多い』という 3 点であり、

昨年度のハイブリッド栽培品の特徴とは、水耕栽培品に対して、『1) 道管数が多い、2) 道管径がやや大きい、3) シュウ酸カルシウム単晶がやや少ない』という3点である。

- ・ シュウ酸カルシウム単晶の量において、ハイブリッド栽培甘草は、水耕栽培品よりやや少なく、野生品に比べて多かった。

2. 成分含量

いずれの検体も径 0.5cm 以上及び径 0.5cm 未満に分別し、各々について GL を定量した。径 0.5cm 以上で GL 含量規格 (2.5%以上) に適合した個体は 30 検体中 8 検体であり、径 0.5cm 未満で適合した検体は 13 検体あった。多数の個体で径 0.5cm 未満の方が、GL 含量が高い傾向を示した。2013 年度栽培品と同様、北海道栽培品では GL 含量が高い検体数を多く認めた (表 4)。

3. 理化学試験

GL 含量が日局規格を満たし、径が 0.5cm 以上の 8 検体について、日局理化学試験 (確認試験 TLC、乾燥減量、灰分、酸不溶性灰分及びエキス含量) を実施した。評価した検体すべてが日局規格値に適合していた (表 5、図 15)。

4. 個別元素分析

評価した全検体が香港生薬標準限度値 (ヒ素 2.0、カドミウム 1.0、水銀 0.2、鉛 5.0ppm) 以下であった (表 6)。

D. 考察

1. 性状

径 0.5cm 以上の根の横切片において、3 検体 (14GuTS-34, 14GuTS-48, 14GuKU-2) で木部中に木部柔組織が規則的に並ぶ年輪様の構造があり、これは径 0.5cm 未満では認めなかった。径 0.5cm 未満の部分は圃場栽培期間に形成されたと考えられることから、年輪様構造は、水耕栽培から圃場栽培への移植に伴うものと考えられる。さらに、そのうち 1 検

体 (14GuTS-34) においてのみではあるが、年輪様構造形成を境に、水耕栽培品、昨年度のハイブリッド栽培 (北海道圃場栽培) 品の特徴がそれぞれ見られたことも、年輪様構造が移植に伴って形成されたことを示唆している。

2013 年度には、『水耕栽培では水分が潤沢にあり水分の通道にそれほど資源分配しないよう適応した結果、道管数が少なく、道管径が小さい』と考察した。今年度は北海道における露地 (圃場) 栽培 (14GuHK-3)、茨城県における筒栽培 (14GuTS-48)、茨城県における短筒栽培 (14GuTS-13)、北里大学 (神奈川県) におけるマルチ栽培 (14GuKU-2) といった異なる圃場栽培方法が内部構造に与える影響を評価した。各試験区における植物が使用可能な水分量についての情報は無いが、一般的に、マルチ > 短筒 > 筒 > 露地と想定される。道管数および道管径に着目すると、道管数はマルチ < 短筒 < 筒であり、また道管径はマルチ = 短筒 < 筒となる傾向を認めた。一方、露地栽培においては、道管数は少なく、道管径も小さかった。このことは、露地栽培を除けば、2013 年度の生育環境中の水分量と道管数・道管径の関係に対する考察とも一致する。一方、今回の露地栽培環境において水分が潤沢だったか、もしくは、全く別の要因が道管数・道管径に寄与しているかは明らかではない。

人工水耕栽培甘草を挿し木して得られた苗を圃場栽培した甘草において、皮部柔組織中のシュウ酸カルシウム単晶数は、径 0.5cm 以上、つまり水耕栽培期間を経た部位で多く、径 0.5cm 未満で少ない傾向が認められ、環境中の塩類濃度の差異を反映したものと考えられた。

2. 成分含量

北海道栽培品において、GL 含量が高い傾向を認めた (表 4)。但し、北海道栽培品は 2 年栽培品であり、昨年度実施の 1 年栽培品と比較して含量の増加を認めなかった。また、北海道栽培品は他の栽培地と比較して、径が 0.5cm 以上の部分の重量比が小さく、全体が

細い傾向を認めた。全検体において、径0.5cm未満の方が径0.5cm以上の部分より、GL含量が高い傾向にあったことより、北海道栽培品で含量が高かった要因の一つとして、径が細いことが挙げられる。次に、茨城県栽培品において栽培条件ごとに比較した結果、筒栽培ではGL含量が高い傾向を示した。但し、筒栽培のGuIV2系統はこれまでの検討結果と同様、GL含量が低く、いずれの個体も日局規格値を満たしていなかった。また、地上茎苗とストロン苗を比較した結果、地上茎苗の方が含量が高い傾向を認めた。

3. 理化学試験

北海道栽培品は灰分、酸不溶性灰分、エキス含量に関して他産地より高い傾向を示した。

4. 個別元素分析

北海道栽培品は、他の産地と比較して、ヒ素含量がやや高い傾向を認めた。但し、香港基準は満たしているため、問題はないと考えられる。

E. 結論

ハイブリッド栽培甘草について、日局試験及び個別元素分析を実施した。

栽培地、栽培方法、栽培日数、挿し木苗の性状及び系統が異なる30検体について、外部形態を観察した後に5試験区の検体につ

いて内部形態観察をおこなった。次に、日局性状に記載される径0.5cm以上及び0.5cm未満に分け、各々にGLを定量した。さらに、GL含量が規格に適合した検体について日局理化学試験（乾燥減量、確認試験、灰分、酸不溶性灰分、エキス含量）及び個別4元素（As、Pb、Hg、Cd）を定量した。

外部形態は全検体が、内部形態は観察した5検体全てが日局カンゾウに適合していた。なお、道管径、シュウ酸カルシウム単晶の数においては水耕栽培品と昨年度のハイブリッド栽培（北海道圃場栽培）品の両方の特徴を有することを確認した。径が0.5cm以上の部分でGL含量が日局規格値（2.5%以上）を満たした検体は8検体であった。これら8検体は、日局理化学試験規格に適合した。北海道栽培品はGL含量が高い傾向を示し、この高含量の要因を明らかにすることで、甘草ハイブリッド栽培の実用化の可能性が検証できると考えられる。

F. 研究発表

1. 論文発表

特になし。

2. 学会発表

特になし。

G. 知的財産権の出願・登録状況

特になし。

表 1. 試験項目

植物名称	栽培地	栽培法	苗種別	栽培日数	クローン名	径	内部形態	乾燥減量	グリチルリチン酸	灰分 酸不溶性灰分 エキス含量 確認試験TLC 個別元素分析						
14GuTS-2	茨城 (つくば)	マルチ	地上茎	378 days	Gu71#12-7	0.5cm 以上	-	○	○	-						
14GuTS-4						0.5cm 未満	-	○	○	-						
14GuTS-9				Gu71#28-2	0.5cm 以上	-	○	○	-							
					0.5cm 未満	-	○	○	-							
14GuTS-11				383 days	Gu71#23-1	0.5cm 以上	-	○	○	-						
						0.5cm 未満	-	○	○	-						
14GuTS-12		Gu71#31-9	0.5cm 以上	-	○	○	-									
			0.5cm 未満	-	○	○	-									
14GuTS-13		短筒	地上茎	388 days	Gu#11-1-2	0.5cm 以上	-	○	○	-						
						0.5cm 未満	-	-	○	-						
14GuTS-16					Gu71#12-3	0.5cm 以上	○	○	○	-						
						0.5cm 未満	○	-	○	-						
14GuTS-18					Gu71#1-1	0.5cm 以上	-	○	○	-						
						0.5cm 未満	-	○	○	-						
14GuTS-19		ハウス筒	地上茎	474 days	Gu#11-1-2	0.5cm 以上	-	○	○	-						
						0.5cm 未満	-	○	○	-						
14GuTS-21						Gu#11-1-2	0.5cm 以上	-	○	○	-					
							0.5cm 未満	-	-	○	-					
14GuTS-22						筒	地上茎	464 days	GuM2	0.5cm 以上	-	○	○	-		
										0.5cm 未満	-	○	○	-		
14GuTS-23		466 days	GuM2	0.5cm 以上	-					○	○	-				
	0.5cm 未満			-	○					○	-					
14GuTS-24	ストロン	483 days	GuM1S5	0.5cm 以上	○					○	○	-				
				0.5cm 未満	○					○	○	-				
14GuTS-34				484 days	GuM1S5	0.5cm 以上	-	○	○	-						
						0.5cm 未満	-	○	○	-						
14GuTS-35				494 days	GuM1S5	0.5cm 以上	-	○	○	-						
						0.5cm 未満	-	○	○	-						
14GuTS-42	地上茎	420 days	Gu71#23-1	0.5cm 以上	○	○	○	○								
				0.5cm 未満	○	-	○	-								
14GuTS-48				420 days	Gu71#23-1	0.5cm 以上	-	○	○	-						
						0.5cm 未満	-	○	○	-						
14GuTS-49				地上茎	420 days	Gu71#23-1	0.5cm 以上	-	○	○	-					
							0.5cm 未満	-	-	○	-					
14GuTS-50	地上茎	420 days	Gu71#23-1				0.5cm 以上	-	○	○	-					
							0.5cm 未満	-	-	○	-					
14GuHK-3							北海道 (名寄)	圃場	地上茎	818 days	GuM1	0.5cm 以上	○	○	○	○
												0.5cm 未満	○	○	○	-
14GuHK-6				818 days	GuM1	0.5cm 以上				-		○	○	○		
						0.5cm 未満				-		○	○	-		
14GuHK-11	808 days	GuM2	GuM2	0.5cm 以上	-	○				○	○					
				0.5cm 未満	-	○				○	-					
14GuHK-18	808 days	GuM2	GuM2	0.5cm 以上	-	○				○	○					
				0.5cm 未満	-	○				○	-					
14GuTN-1	種子島	ハウス筒	地上茎	731 days	GuM2	0.5cm 以上	-	○	○	-						
						0.5cm 未満	-	-	○	-						
14GuTN-2						731 days	GuM2	0.5cm 以上	-	○	○	-				
								0.5cm 未満	-	-	○	-				
14GuKU-2	北里大 (大神奈川)	マルチ	地上茎	447 days	GuM1S10	0.5cm 以上	○	○	○	○						
						0.5cm 未満	○	○	○	-						
14GuKU-4					Gu#11-1-2	0.5cm 以上	-	○	○	-						
						0.5cm 未満	-	○	○	-						
14GuKU-5					Gu71#1-1	0.5cm 以上	-	○	○	-						
						0.5cm 未満	-	-	○	-						
14GuKU-7					Gu71#31-9	0.5cm 以上	-	○	○	○						
						0.5cm 未満	-	○	○	-						
14GuRU-1	琉球大 (西表)	ポット	地上茎	354 days	GuM1S10	0.5cm 以上	-	-	○	-						
						0.5cm 未満	-	-	○	-						

○ : 試験実施
 - : 試験非実施

表 2. 重量測定結果

栽培地	植物名称	分析部位重量 (g)		0.5cm 以上の 比率 (%)
		Φ0.5cm 以上	Φ0.5cm 未満	
茨城 (くば)	14GuTS-2	48.3	22.08	68.63
	14GuTS-4	89.88	22.23	80.17
	14GuTS-9	24.48	23.52	51.00
	14GuTS-11	65.84	23.27	73.89
	14GuTS-12	44.91	5.73	88.68
	14GuTS-13	13.15	7.72	63.01
	14GuTS-16	27.13	14.32	65.45
	14GuTS-18	80.87	9.51	89.48
	14GuTS-19	101.56	11.77	89.61
	14GuTS-21	135.46	7.26	94.91
	14GuTS-22	329.45	59.96	84.60
	14GuTS-23	164.82	17.7	90.30
	14GuTS-24	184.97	42.14	81.45
	14GuTS-34	207.21	37.7	84.61
	14GuTS-35	241.16	32.24	88.21
	14GuTS-42	216.67	34.98	86.10
	14GuTS-48	88.43	5.87	93.78
	14GuTS-49	187.37	40.9	82.08
14GuTS-50	68.18	5.29	92.80	
北海道 (名寄)	14GuHK-3	43.42	29.09	59.88
	14GuHK-6	46.96	23.45	66.70
	14GuHK-11	43.93	28.3	60.82
	14GuHK-18	39.51	8.12	82.95
種子島	14GuTN-1	29.37	3.79	88.57
	14GuTN-2	59.43	2.53	95.92
北里大 (神奈川)	14GuKU-2	62.47	19.87	75.87
	14GuKU-4	61.75	21.7	74.00
	14GuKU-5	72.68	2.96	96.09
	14GuKU-7	52.23	12.87	80.23
琉球大 (西表)	14GuRU-1	5.27	1.26	80.70

表 3. 重量産地比較

栽培地	個体数	分析部位重量産地平均値 (g)		0.5cm 以上の 比率 (%)
		Φ0.5cm 以上	Φ0.5cm 未満	
茨城 (くば)	19	122.10	22.33	81.51
北海道 (名寄)	4	43.46	22.24	67.59
種子島	2	44.40	3.16	92.24
北里大 (神奈川)	4	62.28	14.35	81.55
琉球大 (西表)	1	5.27	1.26	80.47