

とんど確認されなかった化学物質であった。有意性が認められなかった化学物質には、3-Carene, α -Pinene, Camphene, β -Pinene, Camphor, Menthol 等の他、Phenol、2-Ethyl-1-hexanol、Carbon tetrachloride、Linalolacetate 等であった。

同等性が認められない化学物質、特に 3-Carene、 α -Pinene、Camphene、 β -Pinene では $Y=0.008x \sim Y=0.03x$ と ORBO91L 単独捕集管では捕集されていないか又は分解していることを示す顕著な結果であったが、これは ORBO91L 単独捕集管の捕集性の悪さが起因していた。

アルコール類やグリコール類の他、Longifolene、Camphor、Menthol、Dichloromethane で相関式が $Y=0.2x \sim Y=0.5x$ と、捕集剤の影響が明らかに認められた。

以上のことから、ORBO91L 単独捕集管と比較した ORBO91L+ORBO101 連結捕集管では、室内空気中に高濃度存在する脂肪族炭化水素や芳香族炭化水素ばかりでなく、 α -ピネンなどのテルペン類も効率よく捕集、測定できることが明らかとなった。

A. はじめに

昨年度の研究におけるアルデヒド類および有機酸類を除く 121 化学物質についての全国の居住環境における実態調査において、溶媒抽出法と加熱脱離法との比較検討を実施した。その結果、加熱脱離法と溶媒抽出法においては、大部分の化学物質では両方法に高い相関性が見られ、室内空気中化学物質の測定方法として利用できる可能性が示唆された。しかしながら、テルペン類やアルコール類において、加熱脱離法に比べて溶媒抽出法で極端にその測定値が低いことが示された。特に、テルペン類の中でも α -ピネンにおいては、室内空気中の濃度が高いことが知られているにもかかわらず、捕集効率が低いことから室内空気中の総体である TVOC の評価には大きな支障が生じることが予想された。このため、テルペン類、特に α -ピネンの捕集効率の向上を目的として捕集剤の比較を行った。

B. 実験方法

I に示した器具、装置及び試験法の手順を各国の衛生研究所に送付しそれに従って実験を行った。

1. 試薬および溶液

(1) 二硫化炭素：1 μ l を GC/MS に注入したと

き、測定対象物質及び内標準物質のクロマトグラムに妨害を生じないもの。

(2) 過塩素酸マグネシウム：元素分析用（粒径 300~700 μ m）

(3) 標準溶液（100 μ g/ml）：標準原液の一定量を二硫化炭素を用いて 10 倍に希釈した。この溶液 1ml は各々の標準物質 100 μ g/ml を含む。

本研究では、全国状況を把握するため、表 1 に示すように、d8-トルエン（内部標準液）を含む 121 化学物質の溶液を同一濃度の標準溶液を作成し、共同研究機関に配布した。

(4) 混合標準溶液（100 μ g/ml）：各標準原液のそれぞれの一定量（1ml）をメスフラスコ（10ml）に入れ、二硫化炭素を用いて 10 倍に希釈した。この溶液 1ml は各々の標準物質 100 μ g/ml を含む。

(5) 内標準原液（1000 μ g/ml）：内標準物質（トルエン-d8）の 100mg を精秤し、二硫化炭素 100ml に溶解した。

(6) 内標準溶液（100 μ g/ml）：内標準原液を二硫化炭素で 10 倍に希釈した。この溶液 1ml は内標準物質 100 μ g を含む。

2. 器具

- (1) 抽出瓶：溶媒抽出法で使用する、スクリーキャップバイアル（容量 2ml）を用いた。
- (2) マイクロシリンジ：容量1～10 μ lまたは10～100 μ lが計りとれるものを用いた。
- (3) ガスタイトシリンジ：容量1～10 μ lまたは10～100 μ lが計りとれるものを用いた。
- (4) 捕集管：内径3～4mm程度のガラス管に測定対象物質を吸着・保持し、且つ加熱による脱着が十分に行うことができる粒径60～80メッシュのORBO91L吸着剤を充てんし、両端を石英ウールで押さえ両端を溶融密閉した市販されているもの、または測定対象物質に対して十分な捕集能力を有するものを用いた。
また、別に、ORBO91L捕集管の前にORBO101を連結した捕集管についても同一室内でサンプリングを実施した。
- (5) 除湿管：捕集管と雨よけを接続できるように両端を外径4～6mmに絞ったガラス管（内径20mm程度、長さ100mm程度）に過塩素酸マグネシウムを約15g充てんし、両端を石英ウールで押さえたもので、両端を密栓し、使用時まで活性炭入りの密閉容器に保存した。
- (6) マスフローコントローラー：流量を10～500ml/minの範囲で制御でき、設定流量に対して $\pm 10\%$ 以内の制御精度を有するものまたはこれと同等以上の性能を有するものを用いた。
- (7) ポンプ：ダイヤフラム型等の密閉式のポンプで10～100mlの捕集流量が確保できるもの。またはこれと同等以上の性能を有するものを用いた。
- (8) ガスメータ：湿式型のもの、またはこれと同等の能力のあるもので、積算測定が可能であり、マスフローコントローラーの流量制御範囲で精度よく作動する性能を有するものを用いた。
- (9) 高純度窒素ガス：測定対象物質及び内標

準物質のクロマトグラムに妨害を生じないものを用いた。

3. 装置

- (1) 試料採取装置：試料採取装置は、除湿管、捕集管、マスフローコントローラー、ポンプ、ガスメータとを連結したのから成り、試料採取装置に使用する器具類は十分に洗浄して汚染を低減させた。試料採取に当たって装置を組み立てた後、漏れのないことを確認し、試料空気で採取装置を洗浄・置換して汚染や吸着をできる限り低減させた。
- (2) ガスクロマトグラフィー質量分析計 (GC/MS)
 - a) 試料注入口：スプリット/スプリットレス注入が可能なものとした。
 - b) カラム恒温槽：恒温槽の温度制御範囲が35～300 $^{\circ}$ Cであり、測定対象物質の最適分離条件に温度制御できるような昇温プログラムが可能なものとした。
 - c) 分離管：内径0.25～0.32mm、長さ25～60mの溶融シリカ製のものであって、内面にメチルシリコンまたは5%フェニルメチルシリコンを0.5～1.5 μ mの被覆したキャピラリーカラム、またはこれと同等の分離性能を有するものを用いた。
 - d) インターフェース部：温度を200～300 $^{\circ}$ C程度に保つことができるものとした。
 - e) イオン源：温度を160～300 $^{\circ}$ Cに保つことができ、イオン化電圧は70eV程度のもの。
 - f) 検出器 (MS)：EI法が可能で、SIM検出法が可能なものとした。
 - g) キャリヤーガス：ヘリウム（純度99.999vol%以上）。1 ml/min
 - h) 測定質量数：各測定対象物質の測定用質量数は原則として表1を用いた。

(3) GC/MSの分析条件の設定と機器の調整

a) 機器の調整：MSに質量校正用標準物質（PFTBA またはPFK）を導入し、質量校正用プログラムにより、マスパターン、分解能（質量数（ m/z ）=18～300程度の範囲で1質量単位（amu）以上）等を測定目的に応じて所定の値に校正した。質量校正結果は測定結果と共に保存した。

b) GC/MSの分析条件：GC/MSの分析条件は以下に示す例を参考にして適宜設定した。

使用例

カラム：メチルシリコンキャピラリーカラム（内径0.25mm、長さ60m、膜厚1.50 μ m）

（10 $^{\circ}$ C/min）

カラム温度：40 $^{\circ}$ C（1分間保持）→200 $^{\circ}$ C

注入口温度：200 $^{\circ}$ C

試料注入法：スプリット（スプリット比 1：20～1：100）

インターフェース温度：220 $^{\circ}$ C

イオン源温度：200 $^{\circ}$ C

検出法：SIM検出法

料の採取（24時間採取）：試料採取装置を用いて捕集管に除湿管を付けて捕集管が破過をおこさない程度の流量で24時間採取した。捕集管はアルミ箔等で遮光し、試料採取後、捕集管の両端を密栓し、活性炭入り保存缶に入れて分析時まで保存した。

② トラベルブランク：トラベルブランク試験用として未使用の密栓した捕集管を用い、試料採取操作を除いて、室内空気の試料採取用の捕集管と同様に持ち運び、取り扱う。溶封した捕集管では試料の採取時に開封後、密栓して分析時まで同様に保存した。この操作は、一住宅の室内試料採取において一試料もしくは一連の試料採取において試料数の10%程度の頻度で実施した。

③ 2重測定用の捕集管：室内の2カ所及び室外1カ所における試料の採取は、2重測定用の捕集管として、同一条件で2つ以上の試料を同時に採取した。2重測定のための試料採取は、一住宅の室内試料採取において一試料もしくは一連の試料採取において試料数の10%程度の頻度で行った。

4. 空気の採取

(1) 採取場所

空気試料の採取は、室内では居間及び寝室2カ所ならびに室外1カ所について2試料づつを採取した。試料採取に際しては、トラベルブランクとしてORBO91LとORBO101を連結した捕集管を密栓したまま状態で試料採取と同様に持ち運んだ。

(2) 採取方法

サンプリングは厚生労働省室内ガイドラインに準拠して実施した。溶媒抽出法によるVOCの採取は、吸引前に両端を切り、空気を吸引する向きに従って流量0.1L/minで24時間吸引した。

① 室内空気の採取：居住住宅における試

5. 保管

採取前のORBO91LとORBO101との連結捕集管は開封前はそのまま室温で保管した。採取終了後は捕集管両端に付属のふたを押し込み、密封した。汚染防止のためラミジップの中に活性炭シートを入れて保管した。

6. 試験液の調製

(1) 試料空気試験液の調製：捕集管から吸着剤を抽出瓶に取り出し、二硫化炭素1mlを加えて栓をし、泡が出なくなるまで時々振り混ぜた後、内標準溶液（100 μ g/ml）を1 μ l加えたものを試験液とした。

(2) 操作ブランク試験液の調製：試料空気用

の捕集管と同一捕集管について1)と同様の操作を一連の操作の中で一回以上行い、操作ブランク試験液を調製した。

(3) トラベルブランク試験液の調製：トラベルブランク試験用の捕集管について1)と同様の操作を行い、トラベルブランク試験液を調製した。

(4) 2重測定用試験液の調製：2重測定用の捕集管について1)の操作を行い、2重測定用試験液を調製した。

7. 測定方法

(1) 試料空気の試験

(a) 測定：6. の(1)で調製した試験液の1 μ l程度をGC/MSに注入した。

(b) 対象化学物質の確認：3. のh)で設定した各測定対象物質の定量用質量数および確認用質量数によるクロマトグラムを記録し、両者の強度比を求めた。

(c) 定量：検出された各測定対象物質の定量用質量数および内標準物質のピーク面積またはピーク高さを求め、そのピーク面積またはピーク高さの比から、あらかじめ8. により作成した検量線を用いて、注入した試料液中の各測定対象物質の重量 (A_s : ng) を求めた。

(2) 操作ブランク試験：6. の(2)で調製した操作ブランク試験液について(1)の操作を行い、各測定対象物質の操作ブランク値を求めた。

(3) トラベルブランク試験：6. の(3)で調整したトラベルブランク試験液について(1)の操作を行い、注入した試験液中の各測定対象物質の重量を測定する。本試験は3試料以上を測定し、平均値をトラベルブランク値 (A_t : ng) とした。

(4) GC/MS装置の感度試験：混合標準濃度系列の中から中間程度の濃度のものを選び、(a)の操作を行って感度の変動を確認した。この確認は1日に1回以上行った。

(5) 2重測定：6. の(4)で調製した2重測定用試験液について(1)の操作を行って、各測定対象物質の重量を測定した。

8. 検量線の作成

(1) 混合標準濃度系列の調製：混合標準溶液を用いて、GC/MSの感度に合わせて混合標準濃度系列を調製した。

(2) 検量線の測定

(a) 測定：(1)で調製した混合標準濃度系列の1 μ l程度をGC/MSに注入し、3. のh)で設定した各測定対象物質の定量用質量数および確認用質量数によるクロマトグラムを記録した。

(b) 測定対象物質の確認：(1)で調製した検量線用混合標準濃度系列の中から各測定対象物質のGC/MSへの注入量が検量線の中間程度のものを選び、各測定対象物質毎に定量用質量数および確認用質量数のピーク面積またはピーク高さをを用いて強度比を算出した。

(c) 測定対象物質の検量線作成用質量数の決定：混合標準濃度系列毎に各測定対象物質の定量用質量数および確認用質量数の強度比を求め、(b)で求めた各測定対象物質毎の強度比と一致することを確認した。

(d) 検量線の作成：各測定対象物質の定量用質量数と内標準物質のピーク面積またはピーク高さの比を求め、そのピーク面積またはピーク高さの比と各測定対象物質の重量とにより検量線を作成した。

9. 検出下限値、定量下限値の測定

検量線作成時の最低濃度（定量下限値付近）の混合標準濃度系列について、8. の(2)操作を行って測定値 (A : ng) を求め、($A_s - A_t$) に A を代入して、10. の濃度の算出式より空気濃度を算出した。（但し、 $V=144$ l、 $t=20^\circ\text{C}$ 、

P=101.3kPaとした) 5試料以上を測定して求めた標準偏差 (s) から次式により、各測定対象物質の検出下限値及び定量下限値を算出した。ただし、操作ブランク値のある物質では操作ブランク値を測定し、混合標準濃度系列と操作ブランク値のうち、大きい方の標準偏差を用いて計算した。

この測定は機器の分析条件を設定した場合など必要に応じて必ず1回以上行った。

$$\text{検出下限値} = 3s \text{ (mg/m}^3\text{)}$$

$$\text{定量下限値} = 10s \text{ (mg/m}^3\text{)}$$

10. 濃度の算出

7. で得られた結果から次式を用いて空気中の各測定対象物質の濃度を算出した。

$$C = \frac{(A_s - A_t) \times E \times 1000}{v \times V \times 293/(273+t) \times P/101.3}$$

C : 20℃における空気中の各測定対象物質の濃度 (mg/m³)

A_s : GC/MSに注入した試料中の各測定対象物質の重量(ng)

A_t : 各測定対象物質のトラベルブランク値 (ng)操作ブランク値と同等と見なせる場合は操作ブランク値を用いた。

E : 試験液量(ml)

v : GC/MSへの注入液量(μl)

V : ガスメータで測定した捕集量(l)

t : 試料採取時の平均の気温 (°C)。湿式型積算流量計を使用しているときには、積算流量計の平均水温 (°C)

P : 試料採取時の平均大気圧(kPa)。湿式型積算流量計の場合には(P-P_w)を用いた。ここで、P_wは試料採取時の平均気温tでの飽和水蒸気圧(kPa)

C. 全国調査実施要領

1. 配布器具および装置

本研究では、全国の種々の居住環境における状況の室内空気を採取して把握するため、サンプラー、ポンプ及び標準溶液等を国立医薬品食品衛生研究所で装置及び器具を統一して、各衛生研究所に配布した。

1) 標準溶液および捕集管

(1) 全国衛生研究所送付分 : 121化合物混合液 (和光純薬製)

(2) d8-トルエン : 内部標準液 (和光純薬製)

(3) 捕集管 : ORBO91L (スペルコ製)、ORBO91LとORBO101 (スペルコ製) とを連結したものおよびTO17

1) ポンプ/溶媒抽出法に用いる活性炭捕集管 (スペルコ製) ORBO91L 25本 (1箱)

2) ポンプ/加熱脱着法に用いる捕集管 Tenax GR混合 (パーキン・エルマー製) AirToxics (パーキンエルマー製) 32本

2) ポンプ

(1) 溶媒抽出用 : 100ml/minで吸引できるもの。その例として SP204-500Dual、SP204-20L (GLサイエンス製) または5ライン採取装置 (東洋理工製)

(2) 加熱脱離法用 :

1) SP204-500Dual (GLサイエンス製)

2) SP204-20L (GLサイエンス製)

3) 東洋理工製5ライン採取装置 2台

2. 結果の記録と報告

1) 記録情報

(1) 測定対象建物の概要

(2) 測定年月日

(3) 測定結果 (室内及び外気)

(4) 定量下限値

(5) 建物及び生活行為に関する情報

(6) 記録

所定の記録紙には採取開始時、途中点検時、採取終了時の他、測定上の問題を記録した。

2) 記録方法

送付したサンプリングの記録紙及びアンケート

ートは「アンケート調査の記入にあたって」に従って記入した。

3) ポンプ採取

所定の記録紙に従って必要事項を記入した。原則として、記録は採取開始時、途中点検時、採取終了時の3回とした。

東洋理工5ライン採取装置は全ライン、マスフローコントローラを装着しているので、途中点検を1回とした。サンプリング終了後は積算値を読みとり、吸引量として記入した。この積算値は20℃、1atmの値であるので温度換算はしなかった。

3. 全国におけるサンプリング

1) サンプリング機関およびサンプル件数

全国における居住環境及びその周辺大気のサンプリング地点は、表2に示すように平成14年度には18衛生研究所の協力によって、各衛生研究所の所在都市におけるボランティア家屋を中心として試料採取した。居住環境およびその外気のサンプリング数は、溶媒抽出法、加熱脱離法による採取は、共に125カ所、室外空気45カ所を採取した。

2) サンプリング場所と方法

全国衛生研究所において選定したボランティア家屋の室内空気は、それぞれの日時に衛生研究所が、溶媒抽出方法および加熱脱離法によるサンプリング方法に従って空気を採取した。

3) 試料採取方法

室内の採取は、室内の中央の床から1.5m付近に吸引口がくるように設置し、24時間ポンプ捕集を行った。外気の場合は、軒下の室内空気の影響がなく、かつ雨等を避けた場所に機器を設置し、24時間採取した。

4. 測定機関

ボランティアに対して全国衛生研究所が実施した室内空気試料は、グリーンブルー株式会社で測定した。

5. 統計処理

個々の化学物質の濃度は、定量下限値以下の化学物質については、統計処理上0として処理した。

個々の化学物質の濃度の評価には、正規分布は得られなかったことから、低濃度領域に偏る非正規性の実数によるヒストグラムではなく、対数変換による正規性の検討を行った。ただし、各化学物質には定量下限値あるいは検出下限値以下および0の測定値が多くあることから、数値として表すことができない値については0とした。また、これら0の測定値は対数変換できず、統計解析を実施した場合、解析から削除されることになるので、全てに任意の数字を加算した値として対数に変換し、これらをヒストグラムとして求めた。

D. 結果および考察

1. 同一室内空気における各化学物質の捕集剤の違いによる測定結果の比較

室内空気中の化学物質の捕集効率は捕集剤の違いによって大きく異なることが予想された。平成13年度に実施した加熱脱離法と溶媒抽出法において測定値が異なる化学物質が多くみられ、その原因の一つに捕集剤の違いに由来する可能性が示唆され、特にORBO91Lでは α -ピネンの捕集効率が悪いことがみられた。このことから、 α -ピネンをはじめとするテルペン類の捕集効率の改善を目的として、ORBO101による捕集効率の上昇の試験として、ORBO91L単独捕集管とORBO91L+ORBO101連結捕集管の違いによる121化学物質のそれぞれの測定データの差異を検討した。

まず、121化学物質のそれぞれについて、相関性を統計的に評価するためヒストグラムを描かせ正規分布か否かについて解析した。その結果、測定結果をそのまま統計処理を行った場合、ほとんどの化学物質において低濃度領域に偏りが生じたヒストグラムがみられ、正規分布

を示さなかった。

2. ORBO91L 単独捕集管と ORBO91L + ORBO101 連結捕集管における各化学物質の測定値の差異

上記のように、両捕集剤による測定値の分布は、正規分布は得られなかったことから、低濃度領域に偏る非正規性の実数によるヒストグラムではなく、対数変換による正規性、分散(F検定)及び二者間の差(t検定)の検討をORBO91L 単独捕集管と ORBO91L + ORBO101 連結捕集管における各化学物質の測定値の違いについて行った。その結果、表3のように室内での検出率が比較的高い化学物質では対数変換値よる t 検定や F 検定において正規性の信頼性が高いことがみられた。

また、t 検定では 1%の有意水準では 9 化学物質、10%の有意水準では 24 化学物質が、ORBO91L 単独捕集管と ORBO91L + ORBO101 連結捕集管との測定値に差を有することが認められた。さらに、検出率の低かった化学物質においては統計的な差を有する結果が得られた。

一方、昨年度の研究において捕集効率が低かった化学物質である 3-Carene, α -Pinene, Camphene, β -Pinene, Camphor, Menthol 等の他、Phenol, 2-Ethyl-1-hexanol, Carbon tetrachloride, Linalolacetate 等および室内では確認されなかった化学物質では有意差が認められなかった。

3. 各化学物質における ORBO91L 単独捕集管と ORBO91L+ORBO101 連結捕集管の相関性

ORBO91L 単独捕集管と ORBO91L + ORBO101 連結捕集管の違いによる各化学物質値の関係を把握する目的で、検定された両者の対数変換値を用いて、散布図を作成し、その結果を図1に示した。また、これらの散布図における常数に変換した単回帰直線、回帰式、相関性および信頼性は表4に示すようである。こ

れらから分かるように、正規性、分散における高い有意性および t 検定で差を認めなかった化学物質では、極めて高い相関性を示すことが認められた。また、ORBO91L 単独捕集管と ORBO91L+ORBO101 連結捕集管におけるそれぞれの化学物質の回帰直線は、 $Y = X$ に近い回帰直線が得られることから、大部分の化学物質は両方法との差がないことを証明された。

4. 相関式に問題がある化学物質

4.1 テルペン類

ORBO91L 単独捕集管と ORBO91L + ORBO101 連結捕集管による各化学物質の測定値に関する同等性の検討の結果を相関式と相関関係でみると 3-Carene、 α -Pinene、Camphene、 β -Pinene では図2及び表5に示したような同等性が認められないことが観察された。相関式でも、それぞれ $y=0.088x$ 、 $y=0.008x$ 、 $y=0.02x$ 、 $y=0.032x$ 、 R^2 が 0.345、0.062、0.096、0.053 と ORBO91L 単独捕集管と ORBO91L+ORBO101 連結捕集管とはまったく相関性は見られず、ORBO91L 単独捕集管では一線にみられるように高濃度では破過しているか、捕集されていないか又は分解していることを示す顕著な結果であった。また、Longifolene、 α -Cedrene、Camphor、Menthol では表6、図3に示すように相関式では $y=0.306x$ 、 $y=0.239x$ 、 $y=0.398x$ 、 R^2 では 0.285、0.647、0.398、0.582 の値であった。これら化学物質類の散布図では低濃度領域では分布の上限はほぼ一線上に、しかもその傾きはほぼ $y = x$ の線上に分布しているが、濃度が高くなるに従ってランダムな分布を示し、 $y = x$ の傾きの線よりも下方のみとなり上方には分布していないことが認められた。このことはテルペン類の捕集効率が ORBO91L+ORBO101 連結捕集管では同一室内空気での捕集効率が高いことが反映されたが、ORBO91L 単独捕集管の場合は、低濃度においては良好な吸着率で捕集されるものの、高濃度域に従って、化学物質が

破過を起こして吸着率が悪化し、空気の湿・温度条件等も加わって、不安定な解析し難い傾向になることが認められた。

4.2 その他の化合物

cis-,trans-1-Methyl-4-methylethylcyclohexane、2-Methyl-1-propanol、1-Hexanol、2-Ethyl-1-hexanol、Phenol、Texanol、2,6-Di-t-butyl-4-methylphenol、Methyl-t-butylether、Propylene glycol、1,4-Diisopropylbenzene、2-Methoxyethanol、2-Ethoxyethanol、2-Butoxyethanol、3-Methyl-2-butanone 等のアルコール類やグリコール類では相関式が $Y=0.2x \sim Y=0.5x$ で、捕集剤の影響が明らかに認められた。

E. 結論

ORBO91L 単独捕集管と ORBO91L + ORBO101 連結捕集管の対数による測定値の分散性について確認するため F 検定を行ったところ、約 70 化学物質で有意な分散性が確認された。

F 検定で有意性がみられなかった化学物質類は、テルペン類やアルコール類を除いた大部分では、室内濃度がほとんど確認されなかった化学物質であった。

ORBO91L 単独捕集管と ORBO91L + ORBO101 連結捕集管の両捕集法における各化学物質の測定値の違いについて t 検定を行った結果、1%の有意水準では 9 化学物質のみ、10%の有意水準では 24 化学物質のみしか、測

定値に差がないことが認められた。

ORBO91L 単独捕集管と ORBO91L + ORBO101 連結捕集管の違いによる各化学物質値の関係を対数変換値を用いて、散布図を作成したところ、ORBO91L 単独捕集管と ORBO91L + ORBO101 連結捕集管におけるそれぞれの化学物質の回帰直線は、 $Y = X$ に近い回帰直線が得られた。

有意性が認められなかった化学物質には、3-Carene、 α -Pinene、Camphene、 β -Pinene、Camphor、Menthol 等の他、Phenol、2-Ethyl-1-hexanol、Carbon tetrachloride、Linalolacetate 等および室内では確認されなかった化学物質であった。

同等性が認められない化学物質、特に 3-Carene、 α -Pinene、Camphene、 β -Pinene では $Y=0.008x \sim Y=0.03x$ と ORBO91L 単独捕集管では捕集されていないか又は分解していることを示す顕著な結果であったが、これは ORBO91L の捕集性の悪さが起因していた。

アルコール類やグリコール類で、その他 Longifolene、Camphor、Menthol、Dichloromethane で相関式が $Y=0.2x \sim Y=0.5x$ で、捕集剤の影響が明らかに認められた。

以上のことから、ORBO91L 単独捕集管と比較した ORBO91L + ORBO101 連結捕集管では、室内空気中に高濃度存在する脂肪族炭化水素や芳香族炭化水素ばかりでなく、 α -ピネンなどのテルペン類も効率よく捕集、測定できることが明らかとなった。

表1 測定対象とした化学物質と測定質量イオン

No.	機 関 名	定量イオン	参照イオン	備 考
1	Benzene	78	77	
2	Toluene	91	92	
3	Ethylbenzene	91	106	
4	m-Xylene or m,p-Xylene	91	106	
6	o-Xylene	91	106	
7	Isopropylbenzene	105	120	
8	n-Propylbenzene	91	120	
9	1,2,4-Trimethylbenzene	105	120	
10	1,3,5-Trimethylbenzene	105	120	
11	1,2,3-Trimethylbenzene	105	120	
12	1,2,4,5-Tetramethylbenzene	119	134	
13	1-Methyl-3-propylbenzene	105	134	
14	n-Butylbenzene	91	134	
15	1,3-Diisopropylbenzene	147	119	
16	1,4-Diisopropylbenzene	147	162	
17	Ethynylbenzene	102	76	
18	p-Methylstyrene	117	118	
19	α -Methylstyrene	118	117	
20	2-Ethyltoluene	105	120	
21	Styrene	104	78	
22	Naphthalene	128	127	
23	4-Phenylcyclohexene	104	158	
24	n-Hexane	57	43	
25	2-Methylhexane	43	85	
26	3-Methylhexane	43	71	
27	n-Heptane	43	71	
28	n-Octane	43	85	
29	n-Nonane	43	57	
30	2-Methyloctane	43	57	
31	3-Methyloctane	57	98	
32	2-Methylnonane	57	43	
33	3,5-Dimethyloctane	57	71	
34	n-Decane	57	43	
35	n-Undecane	57	43	
36	n-Dodecane	57	43	
37	n-Tridecane	57	43	
38	n-Tetradecane	57	71	
39	n-Pentadecane	57	71	
40	n-Hexadecane	57	71	
41	2-Methylpentane	43	71	
42	3-Methylpentane	57	56	
43	1-Octene	55	70	
44	1-Decene	41	55	
45	2,4-Dimethylpentane	57	43	
46	2,2,4-Trimethylpentane	57	41	
47	Methylcyclopentane	56	69	
48	Cyclohexane	84	56	
49	1,4-Dimethylcyclohexane (C&T)	97	55	
50	cis-1-Methyl-4-methylethylcyclohexane	97	55	
51	trans-1-Methyl-4-methylethylcyclohexane	97	55	
52	Methylcyclohexane	83	55	
53	3-Carene	93	91	
54	alpha-Pinene	93	91	
55	(+/-)-Camphene	93	121	
56	beta-Pinene	93	91	
57	Longifolene	161	204	
58	α -Cedrene	119	204	
59	Limonene	68	93	
60	Camphor	95	81	
60	(Camphor)	-	-	ピーク確認できず
61	Menthol	95	81	

No.	機 関 名	定量イオン	参照イオン	備 考
61	(Menthol)	-	-	ピーク確認できず
62	1-Propanol	31	42	
63	2-Propanol	45	43	
64	2-Methyl-2-propanol	59	43	
65	2-Methyl-1-propanol	43	41	
66	1-Butanol	56	41	
67	1-Pentanol	42	55	
68	1-Hexanol	56	55	
69	Cyclohexanol	57	82	
70	1-Octanol	56	41	
71	2-Ethyl-1-hexanol	57	70	
72	Phenol	94	66	
73	Texanol	71	83	
73	(Texanol)	71	56	
74	2,6-Di-t-butyl-4-methylphenol (BHT)	205	220	
75	Methyl-t-butylether	73	57	
76	Ethanol	31	45	
77	Propylene glycol	45	43	
78	Dimethoxymethane	45	75	
79	Dimethoxyethane	45	60	
80	2-Methoxyethanol	45	76	
81	2-Ethoxyethanol	59	45	
82	2-Butoxyethanol	57	45	
83	1-Methoxy-2-propanol	45	47	
84	2-Butoxyethoxyethanol	45	57	
85	2-(2-Ethoxyethoxy)ethanol	45	59	
86	Acetone	43	58	
87	3-Methyl-2-butanone	43	86	
88	Methylethylketone	43	72	
89	Methylisobutylketone	43	58	
90	Acetophenone	105	77	
91	Dichloromethane	49	84	
92	Carbon tetrachloride	117	119	
93	1,2-Dichloroethane	62	64	
94	Trichloroethylene	130	120	
95	Tetrachloroethylene	166	164	
96	1,1,1-Trichloroethane	97	99	
97	1,4-Dichlorobenzene	146	148	
98	1,2-Dichloropropane	63	76	
99	Chlorodibromomethane	129	127	
100	Chloroform	83	85	
101	Methylacetate	43	74	
102	Vinylacetate	43	86	
103	Butylformate	56	41	
104	Isobutylacetate	43	56	
105	Ethylacetate	43	61	
106	Propylacetate	43	61	
107	Butylacetate	43	56	
108	Isopropylacetate	43	61	
109	2-Methoxyethylacetate	43	58	
110	2-Ethoxyethylacetate	43	72	
111	2-Ethylhexylacetate	43	70	
112	Linaloolacetate	93	80	
113	Methacrylic acid methyl ester	41	69	
114	TXIB	71	43	
115	Dimethyl phthalate	163	194	
116	Dibutyl phthalate	149	223	
117	1,4-Dioxane	88	58	
118	Caprolactam	113	55	
119	Indene	116	115	
120	2-Pentylfuran	81	138	
121	THF(Tetrahydrofuran)	42	72	

表2 サンプリング地点と協力機関

機 関 名	サンプリング件数	研究協力者
岩手県環境保健研究センター	5	三浦 通利
福島県衛生研究所	5	片平 大造
新潟県保健環境科学研究所	6	酒井 洋
群馬県衛生環境研究所	10	山口 貴史
埼玉県衛生研究所	10	小川 政彦
横浜市衛生研究所	7	北爪 稔
山梨県衛生公害研究所	10	小林 浩
愛知県衛生研究所	10	近藤 文雄
滋賀県立衛生環境センター	7	小林 博美
大阪市立環境科学研究所	6	古市 裕子
神戸市環境保健研究所	10	八木 正博
姫路市環境衛生研究所	6	谷口 秀子
山口県環境保健研究センター	8	立野 幸治
高知県衛生研究所	10	川田 常人
福岡県保健環境研究所	8	中村 又善
福岡市保健環境研究所	10	山崎 誠
北九州市環境科学研究所	10	大和 康博
熊本市環境総合研究所	10	菅本 康博
千葉大学	11	青柳 象平
グリーンブルー株式会社	12	皆川 直人
合 計	171	

図1 ORBO91LとORBO91L+ORBO101捕集剤における各化学物質の散布図 1

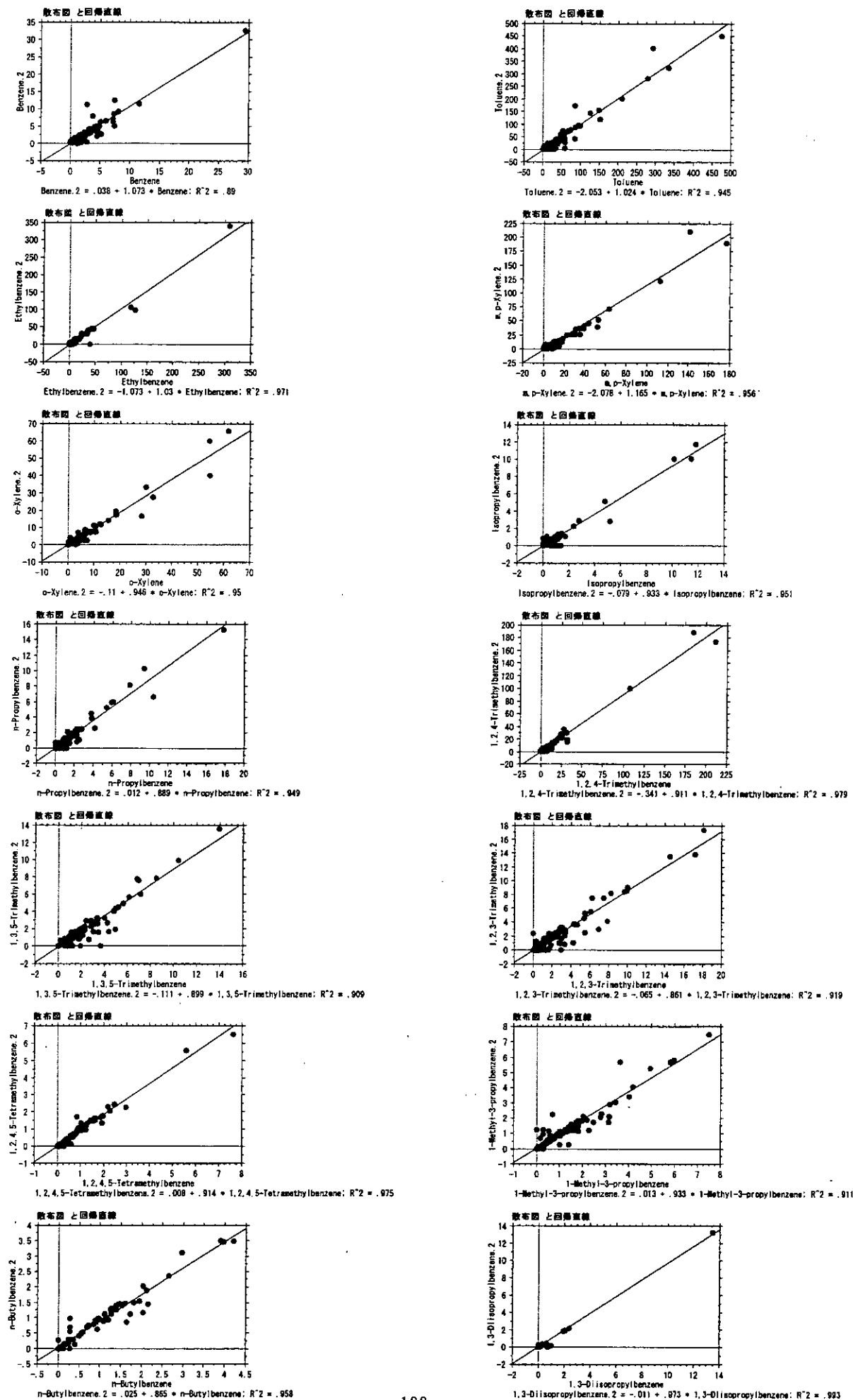


図1 ORBO91LとORBO91L+ORBO101捕集剤における各化学物質の散布図 2

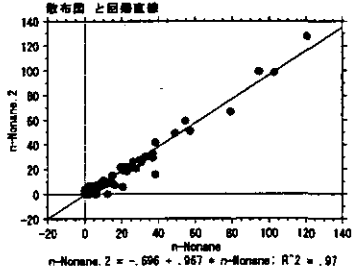
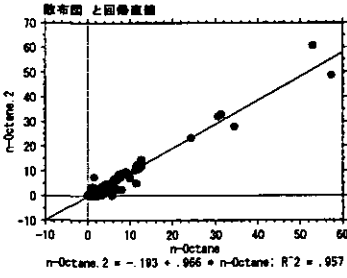
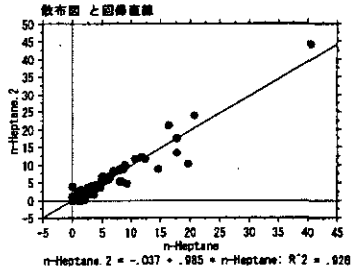
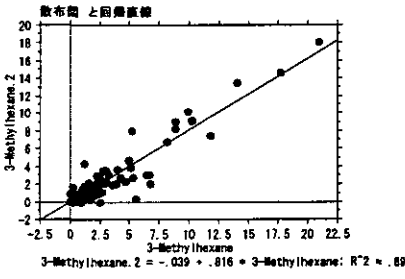
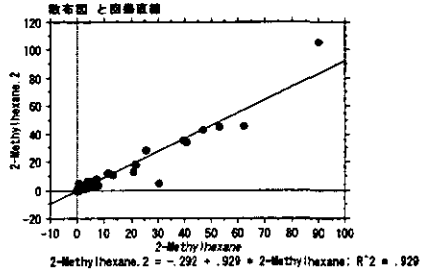
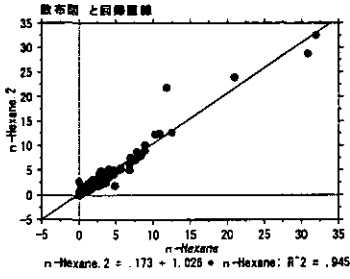
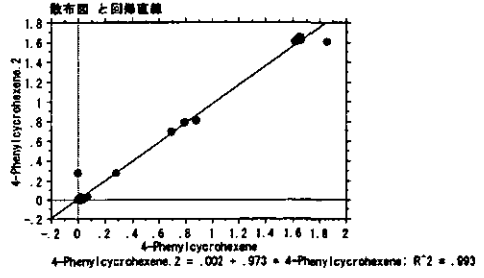
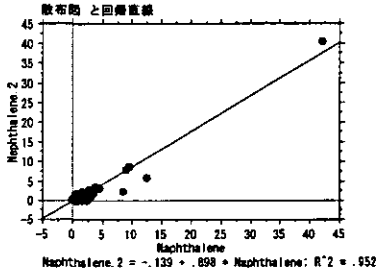
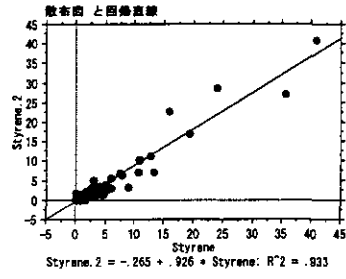
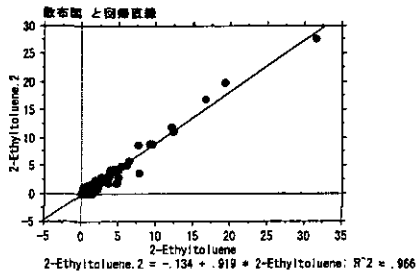
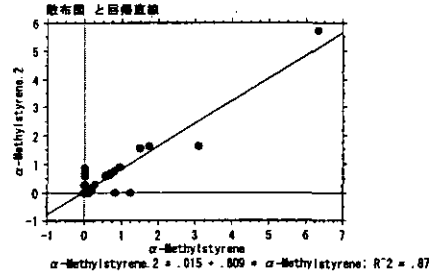
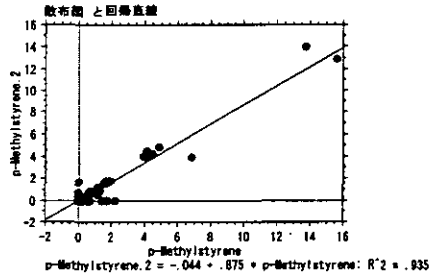
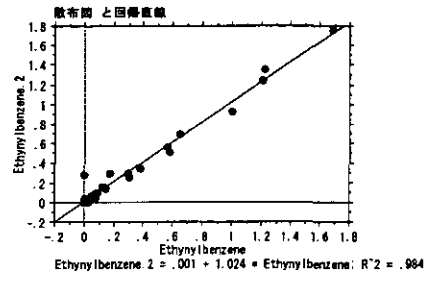
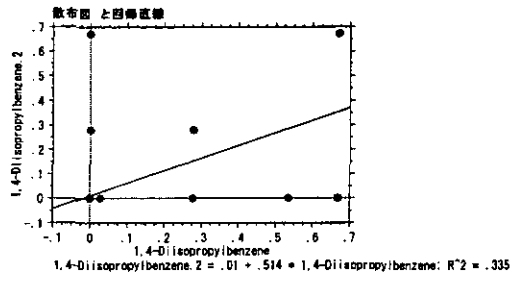


図1 ORB091LとORB091L+ORB101捕集剤における各化学物質の散布図 3

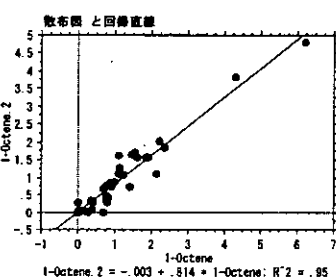
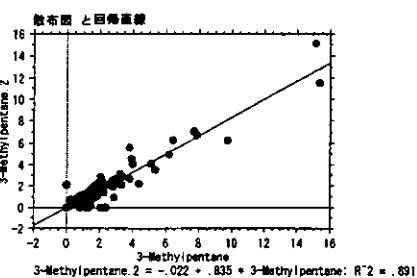
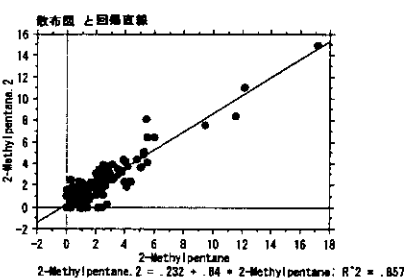
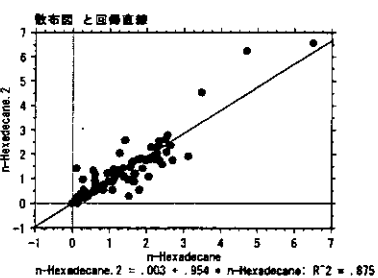
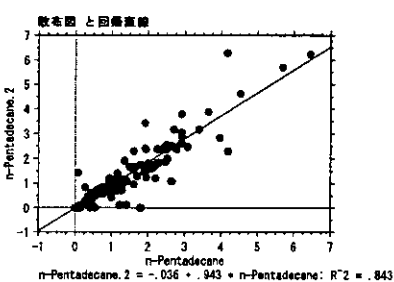
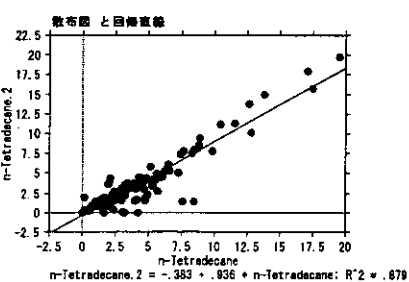
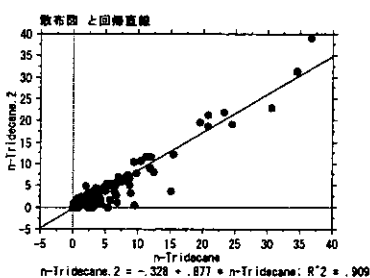
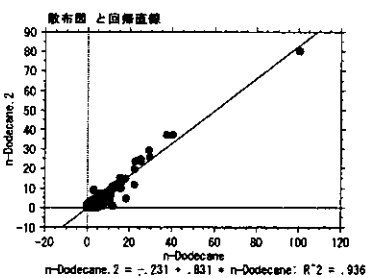
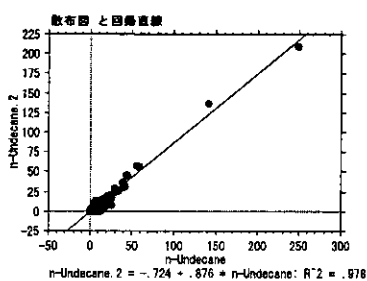
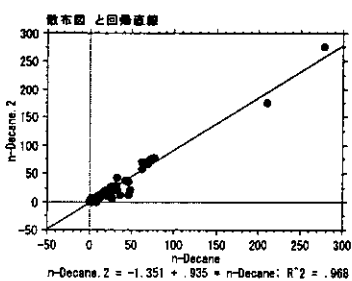
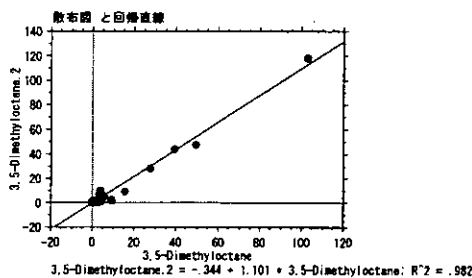
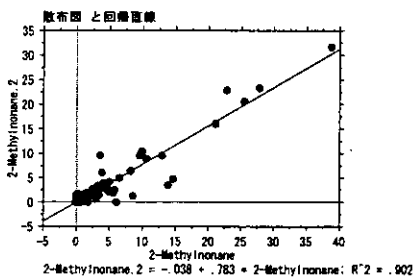
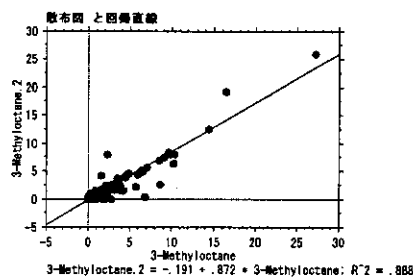
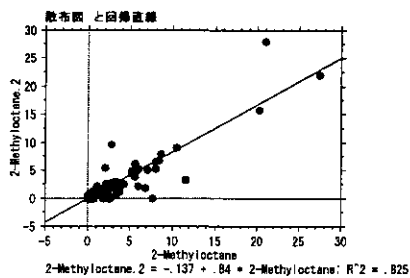


図1 ORBO91LとORBO91L+ORBO101捕集剤における各化学物質の散布図 4

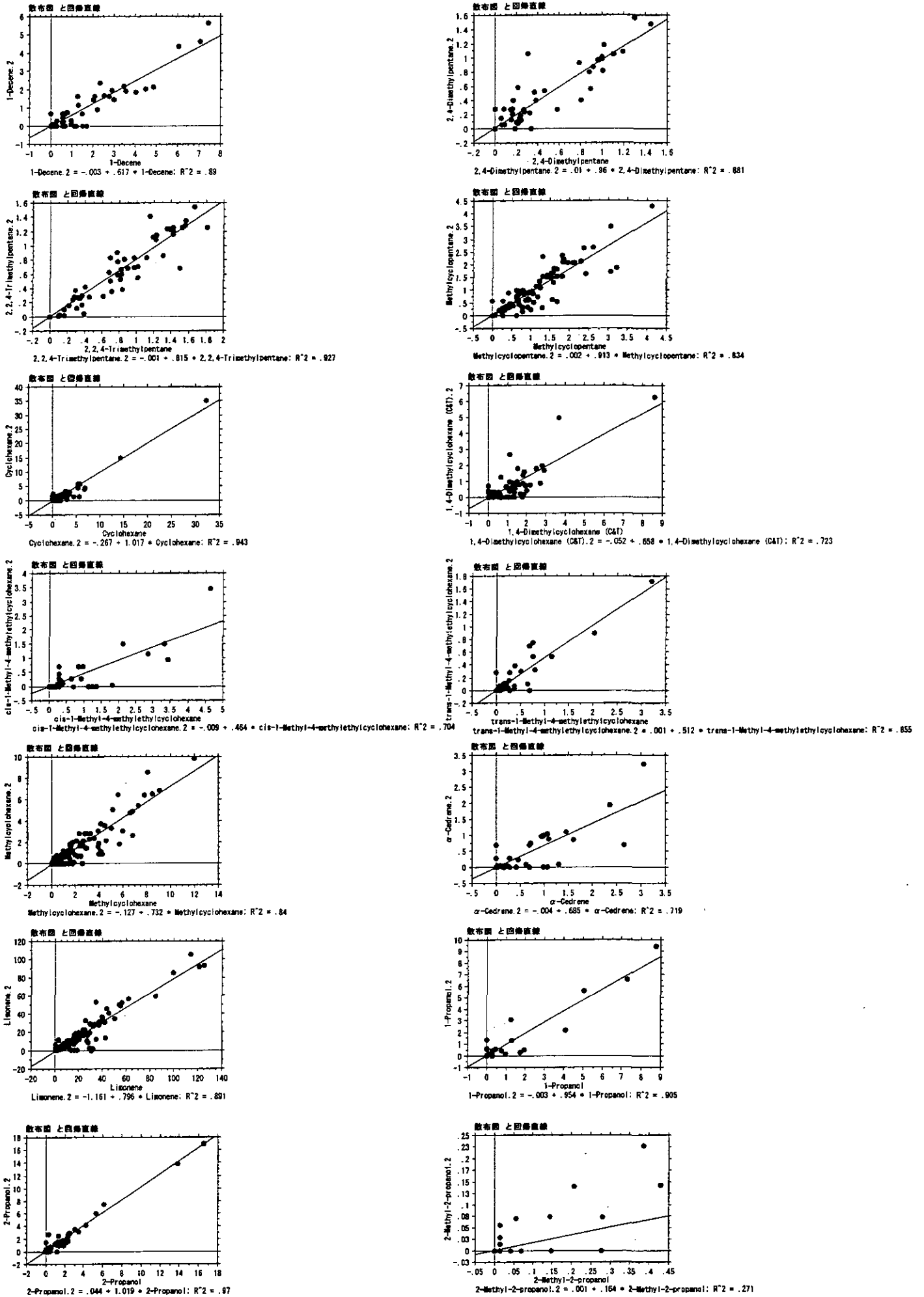


図1 ORBO91LとORBO91L+ORBO101捕集剤における各化学物質の散布図 5

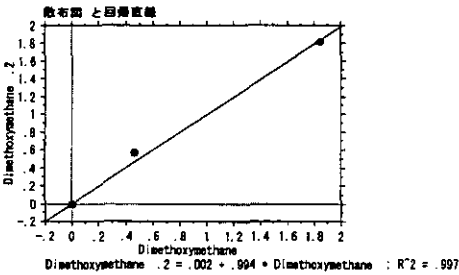
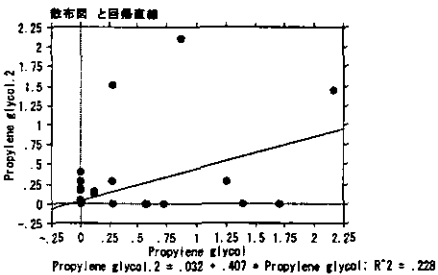
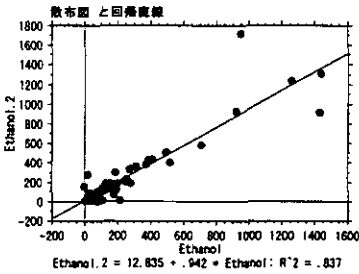
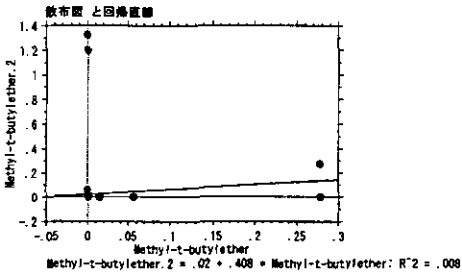
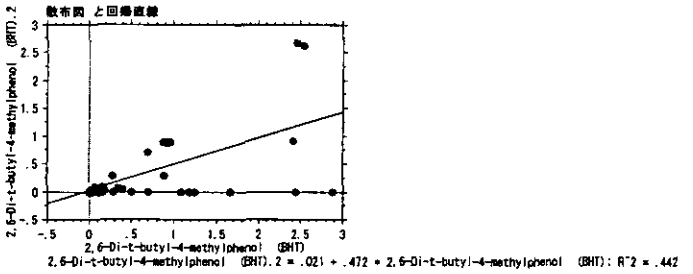
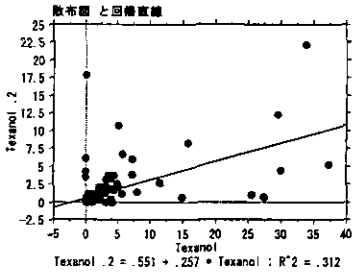
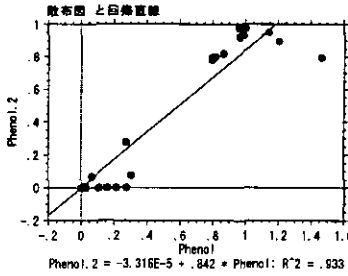
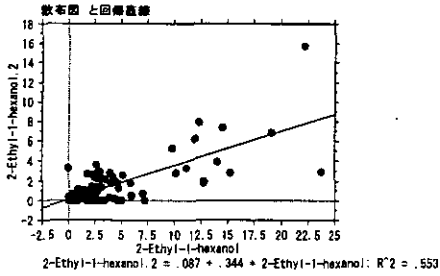
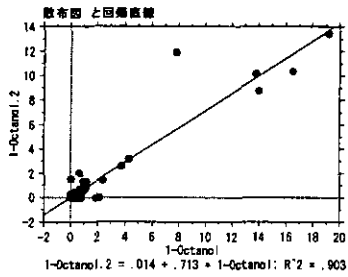
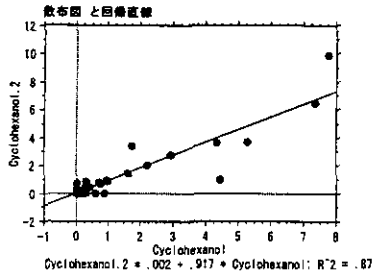
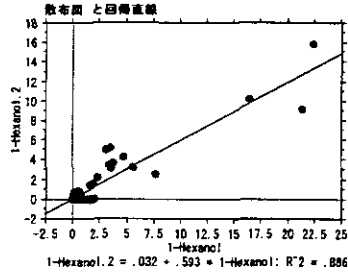
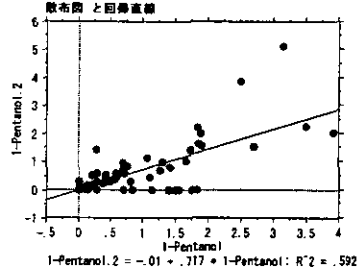
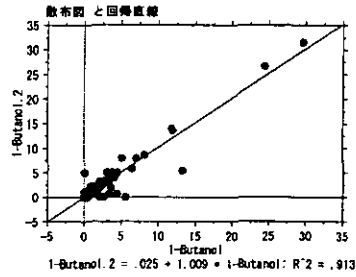
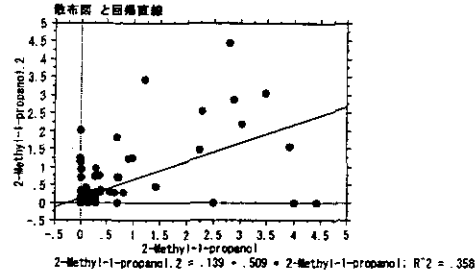


図1 ORBO91LとORBO91L+ORBO101捕集剤における各化学物質の散布図 6

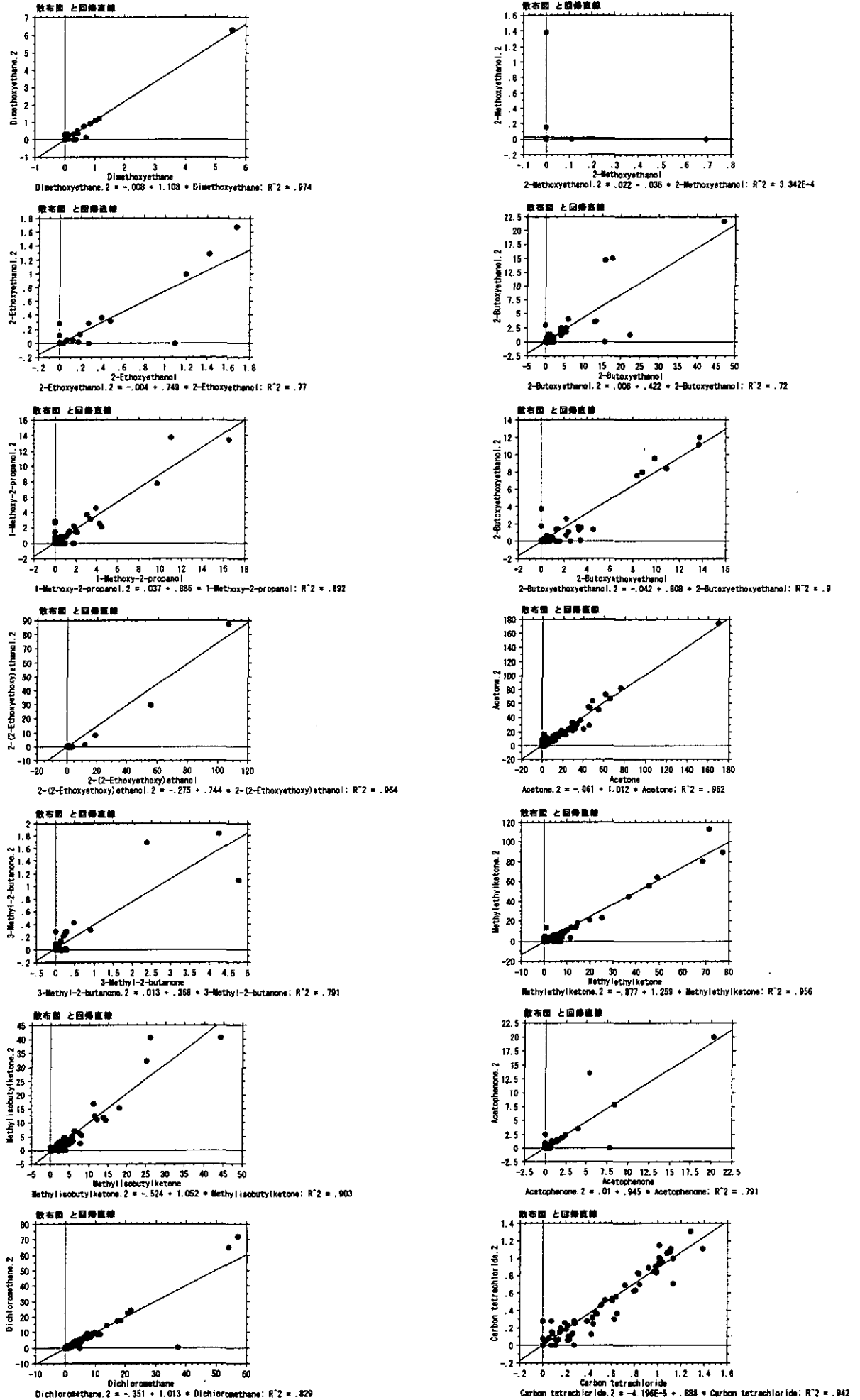


図1 ORBO91LとORBO91L+ORBO101捕集剤における各化学物質の散布図 7

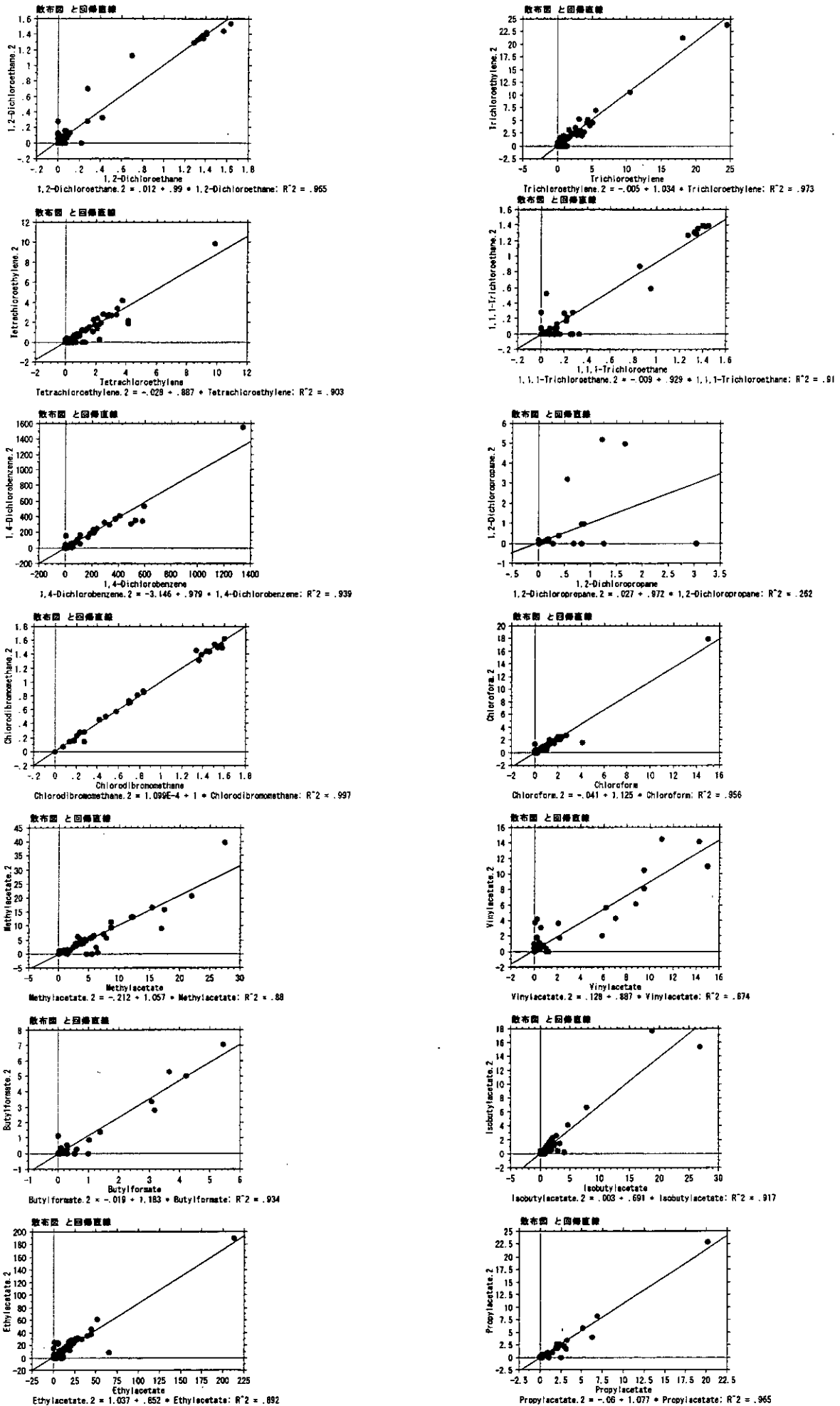


図1 ORBO91LとORBO91L+ORBO101捕集剤における各化学物質の散布図 8

