

# 植物の香気成分に及ぼす大気中二酸化炭素濃度の影響

7ASKM002 門 有紀子

指導教員 関根 嘉香

## 1. 緒言

植物の香気成分は二酸化炭素と水からメバロン酸経路やシキミ酸経路を通して生合成される。香気成分には忌避作用、情報伝達作用、誘引作用などがあり、植物はこの作用によって生態系の中でコミュニケーションを行っていることが明らかとなっている<sup>(1)</sup>。一方、現在二酸化炭素の濃度が増加しており、このような変化が植物の成長にどのように影響するのかについては多く研究されているが、香気成分の生合成に及ぼす影響、さらに生態系に及ぼす影響についてはあまり研究されていない。そこで本研究では、二酸化炭素濃度が植物の香気成分の量や組成に影響を及ぼすのかについて研究を行った。

## 2. 研究対象植物

本研究では Table1 に示す生活型や種類が異なる植物について二酸化炭素濃度の影響を調査した。香気成分を測定することを考慮し、薬草やスパイス等に有用である香りの強いハーブを選択した。

Table1 研究対象植物の種類

一般名	学名	科	属	生活型
バジル	<i>Ocimum basilicum</i>	シソ科	メボウキ属	1年草
オレガノ	<i>Origanum vulgare</i>	シソ科	ハナハッカ属	多年草
レモンバーム	<i>Melissa officinalis</i>	シソ科	コウスイハッカ属	多年草
パイナップルセージ	<i>Salvia elegans</i>	シソ科	サルビア属	低木
レモンユーカリ	<i>Eucalyptus citriodora</i>	フトモモ科	ユーカリ属	高木

## 3. 実験方法

### 3.1 香気成分測定方法及び測定条件の検討

香気成分測定方法として揮発性成分の測定と不揮発性成分の測定を行う方法の検討を行った。揮発性成分を測定する方法として、吸着法やヘッドスペース法がある。吸着法は吸引ポンプにより吸着剤に香気成分を吸着させる方法であり、植物を傷つけることなく香気成分の測定が可能であるが、本研究で用いた植物では香気成分の放出量が微量で検出できなかったため、ヘッドスペース法を用いた。ヘッドスペース法とは植物から葉を1枚採取し、バイアル瓶(容量7ml、胴径17mm、高さ60mm)に入れて静置し、瓶のヘッドスペース空気を1mL取り、GC/MSに注入して香気成分の測定を行う方法である。また不揮発性成分の測定法として水蒸気蒸留法やソックスレー抽出法があるが、これらの方法は多量の葉を必要とすることから、本研究には適さないため、不揮発性成分の測定は Metyl-*tert*-butyl ether(MTBE)抽出法<sup>(2)</sup>により行った。この方法は植物の葉1枚を細かく刻み、遠沈管に入れ、MTBEを加えて抽出を行い、抽出液1 $\mu$ LをGC/MSに注入し、香気成分の測定を行う方法である。ヘッドスペース法の静置時間、MTBE添加量及び抽出時間については植物ごとに最適条件の検討を行った。

### 3.2 個体差の検討

植物は生物であるため、個体差があると考えられる。そのため個体差の影響によらず二酸化炭素濃度の影響が比較可能であるか5個体の植物を用いて検討を行った。さらに成長段階によっても香気成分に差があると考えられるため、各個体から成長段階の異なる葉の香気成分を測定し、二酸化炭素濃度の影響が比較可能な葉の条件の検討を行った。

### 3.3 曝露実験

植物2個体とFig.1に示すグローブチャンバーを2つ用意し、チャンバー内に1個体ずつ入れ、一方のグローブチャンバーを高二酸化炭素濃度( $\text{CO}_2 = 700 \pm 100 \text{ppm}$ )に保ち、それぞれ1週間香気成分の測定を行った。このときの光量子速度及び温度は同条件であるため二酸化炭素濃度のみの影響が調査可能である。

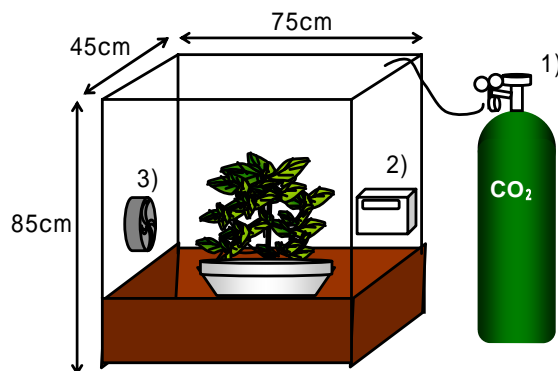


Fig.1 グローブチャンバー

1)  $\text{CO}_2$  ガスボンベ 2)  $\text{CO}_2$  検出器 3) ファン

## 4. 結果

### 4.1 香気成分測定法の検討

植物ごとに検討を行った最適な測定条件を Table2 に示した。

一般名	ヘッドスペース法		MTBE抽出法	
	静置時間(min)	添加量(mL)	抽出時間(h)	
バジル	60	1	1	24
オレガノ	60	0.5	0.5	24
レモンバーム	15	0.5	0.5	4
パイナップルセージ	15	0.5	0.5	5
レモンユーカリ	60	1	1	24

### 4.2 個体差の検討

放出量及び抽出量は個体や成長段階別に差がみられたため、Table3 に示す条件で葉の香気成分の測定を行った。成長段階は葉の重量や面積及び色を選択し、比較を行った。ただしレモンバーム、パイナップルセージ及びレモンユーカリの揮発性成分の成分組成は個体差が大きく、成分の比較が困難であった。不揮発性成分の成分組成は選択した葉ではどの植物でも t 検定を行った結果、有意差は確認されなかった。一例としてオレガノ 5 個体の揮発性成分組成の平均値を Fig.2 に示した。

Table3 測定に用いる葉の選択条件

一般名	選択条件
バジル	葉面積7cm <sup>2</sup> 以上 B階調値90以下
オレガノ	0.015 ~ 0.025g
レモンバーム	0.02 ~ 0.07g
パイナップルセージ	0.05 ~ 0.12g
レモンユーカリ	0.05 ~ 0.2g

### 4.3 曝露実験結果及び考察

高二酸化炭素濃度に 1 週間曝露することにより、植物により異なる影響がみられた。生態系のコミュニケーションにおいて重要な揮発性成分への影響は、バジル及びレモンバームでは放出量が有意な差で減少し、オレガノでは有意な差はみられなかったものの、減少傾向であった。成分組成は草本植物であるバジル及びオレガノで変化した。バジルでは *Myrcene* ( $p=0.0076$ ) が減少し、*Linalool* ( $p=0.047$ ) が増加した。オレガノでは  $\alpha$ -*Phellandrene* ( $p=0.0022$ ), *Myrcene* ( $p<0.001$ ), *Cymol* ( $p<0.001$ ) 及び *Terpinen* ( $p<0.001$ ) が減少し、*Thymol* ( $p<0.001$ ) 及び *Carene* ( $p<0.001$ ) が増加した。*Tymol* にはショウジョウバエに対して毒性があることが報告されている。また、自身を保護する作用の強い不揮発性成分への影響は、パイナップルセージ以外の植物の抽出量が有意な差で増加し、パイナップルセージの抽出量も増加傾向であった (Fig.3)。成分組成は草本植物であるバジル、オレガノ及びレモンバームで変化した。バジルでは *Linalool* ( $p=0.0087$ ), *Cadinene* ( $p=0.044$ ) 及び *Muurolene* ( $p=0.049$ ) が減少し、*Eugenol* ( $p=0.018$ ) が増加した。*Eugenol* はイエバエに対して殺虫活性があることが報告されている。オレガノでは  $\alpha$ -*Phellandrene* ( $p=0.024$ ), *Myrcene* ( $p=0.0020$ ), *Cymol* ( $p=0.010$ ) 及び *Terpinen* ( $p=0.012$ ) が有意な差で減少し、*Citronellal* ( $p=0.0020$ ) 及び *Thymol* ( $p=0.011$ ) が有意な差で増加した。レモンバームでは *cis-Verbenol* ( $p=0.021$ ) 及び *Verbenol* ( $p=0.017$ ) が減少し (*E*)-*2-Hexenal* ( $p=0.053$ ) 及び *Caryophyllene* ( $p=0.037$ ) が増加した。*Caryophyllene* はタバコガに対して成長阻害作用があるという報告がある。木本植物であるパイナップルセージ及びレモンユーカリでは成分組成の有意な差はみられなかった。これは木本植物よりも草本植物の光合成速度の方が大きいため、二酸化炭素濃度の影響を受けやすいからであると考えられる。また、不揮発性成分の抽出量が増加したことから、香気成分の生合成が促進されたと考えられる。

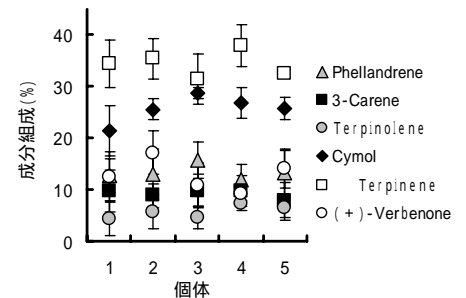


Fig.2 オレガノの揮発性成分組成 (n=5)

## 5. 結言

現在増加している二酸化炭素濃度の影響は地球温暖化だけでなく、植物の香気成分に影響を与え、さらに生態系にも影響を与えることが示唆される。

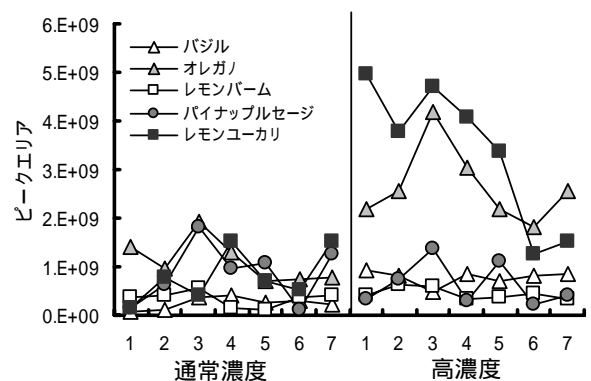


Fig.3 各植物の抽出量の比較

[参考文献] (1) 谷田貝 光克・川崎 通昭, 香りと環境, フレグランスジャーナル社, 東京, pp116~122(2003)

(2) Gang, D. R., et al., *Plant Physiology*, 125, 539(2001)