

植物の誘導防衛と 植物間コミュニケーション

北海道大学 環境科学院
生態遺伝学コース 博士課程1年
石崎智美

1. 植物の被食防衛反応
2. 誘導防衛反応と植物間コミュニケーション
3. Sagebrushの植物間コミュニケーション

1. 植物の被食防衛反応

植物は様々な被食を受ける

植食者

- ・昆虫(イモムシなど)
- ・大型哺乳類(シカなど)

などなど



オクエゾサイシンとヒメギフチョウ

1. 植物の被食防衛反応

「食べられた分を補う」戦略

- ・補償成長



再成長した
oakの枝

「食べられないようにする」戦略

- ・物理的防御、化学的防御
- ・直接防御、間接防御
- ・誘導防衛



© FUKUHARA, T.

ホソバイラクサの茎の刺毛

1. 植物の被食防衛反応

物理的防衛

- ・トゲ、毛などによる防衛



メギの棘
© FUKUHARA, T.

化学的防衛

- ・二次代謝産物による防衛



カルデノライドを含む
トウワタの乳液
(Agrawal et al., 2008)

間接防衛

- ・天敵(捕食者・寄生蜂)を誘引し、植食者を排除する



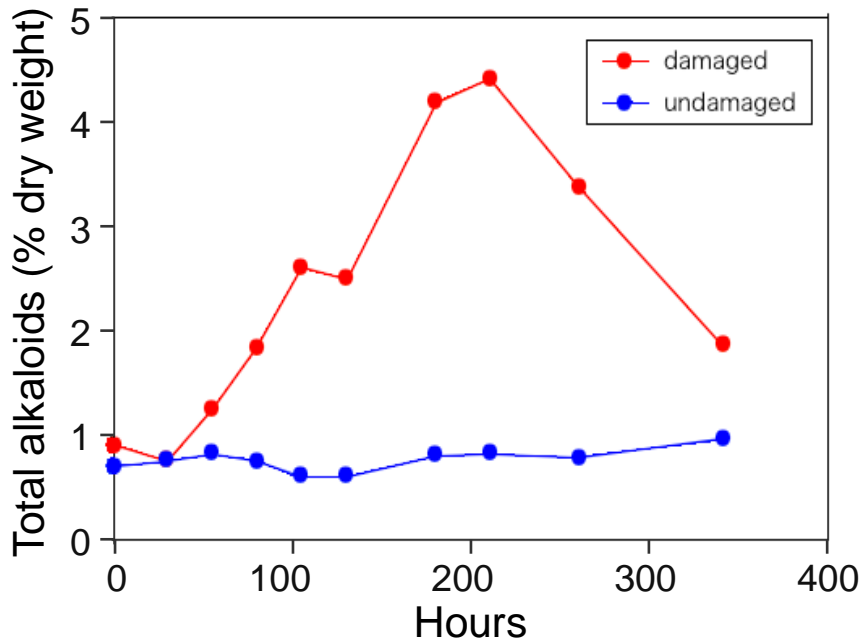
イタドリの蜜腺に誘引されるアリ
© FUKUHARA, T

1. 誘導防衛反応

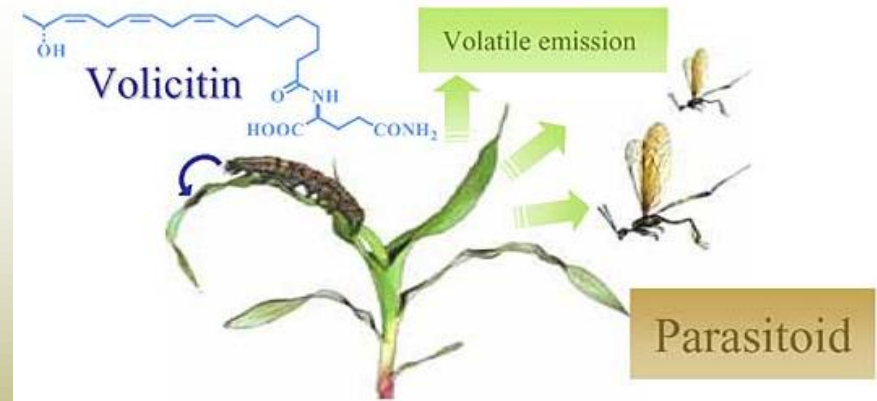
誘導防衛反応(induced defense)

被食後、防衛形質を強化する反応

野生タバコ (Baldwin, 1989)



トウモロコシ(吉永ら)



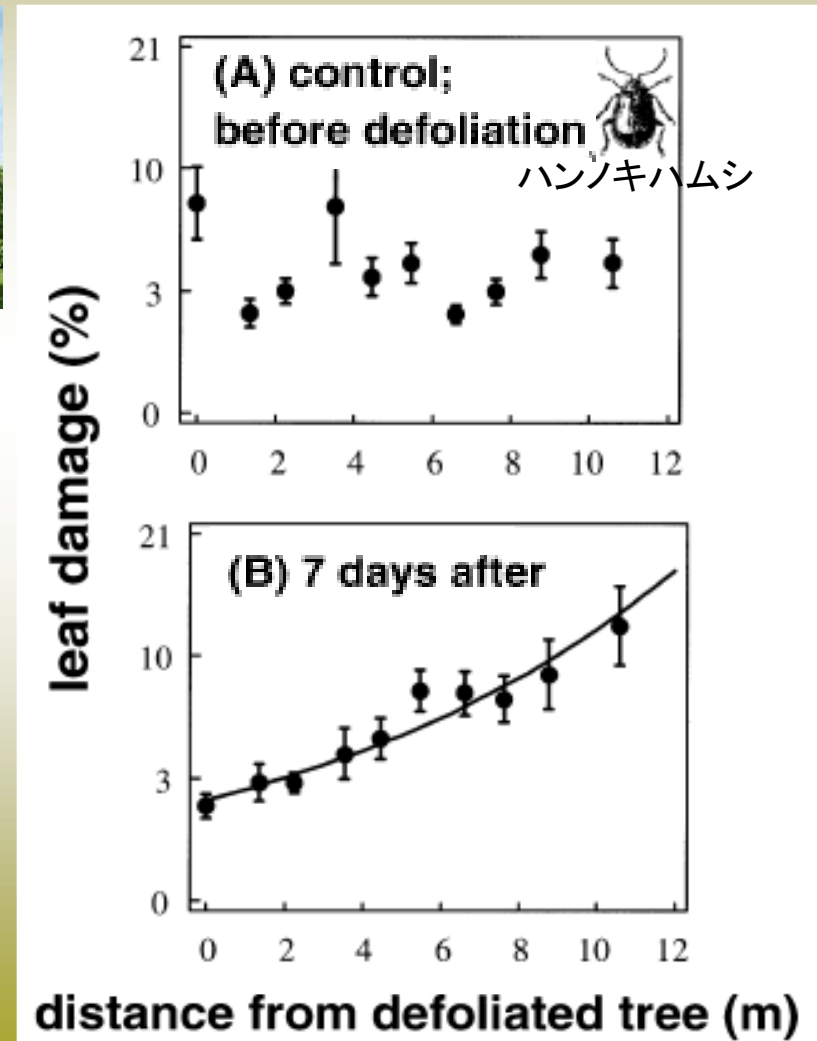
2. 誘導防衛反応と植物間コミュニケーション

誘導防衛は被害個体だけで起こるのか？

セイヨウヤマハンノキ
(Dolch and Tscharntke, 2000)



- 摘葉個体に近い個体は、食害が少ない
- 植食者は、遠くの個体により多く産卵する



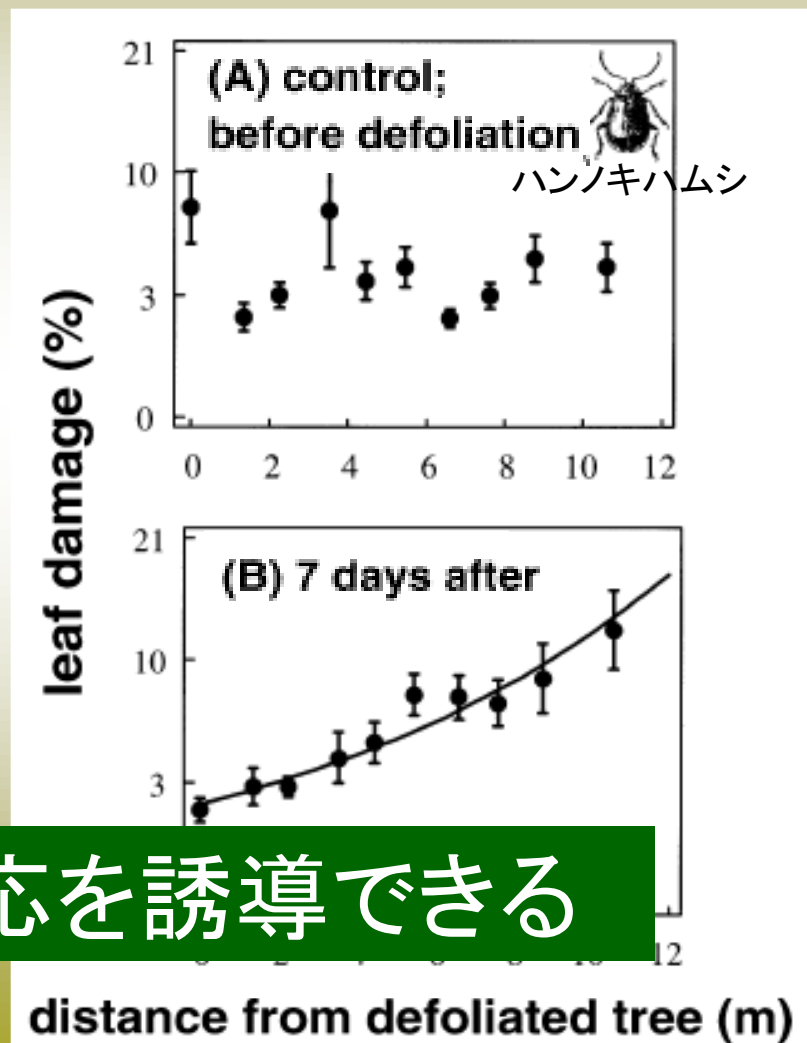
2. 誘導防衛反応と植物間コミュニケーション

誘導防衛は被害個体だけで起こるのか？

セイヨウヤマハンノキ
(Dolch and Tscharntke, 2000)



- 摘葉個体に近い個体は、食害が少ない
- 植食者は、遠くの個体により多く産卵する



近隣個体も、防衛反応を誘導できる

2. 誘導防衛反応と植物間コミュニケーション

近隣個体も、防衛反応を誘導できる

…どうやって？

防衛反応の誘導が、「シグナル伝達」によるなら…



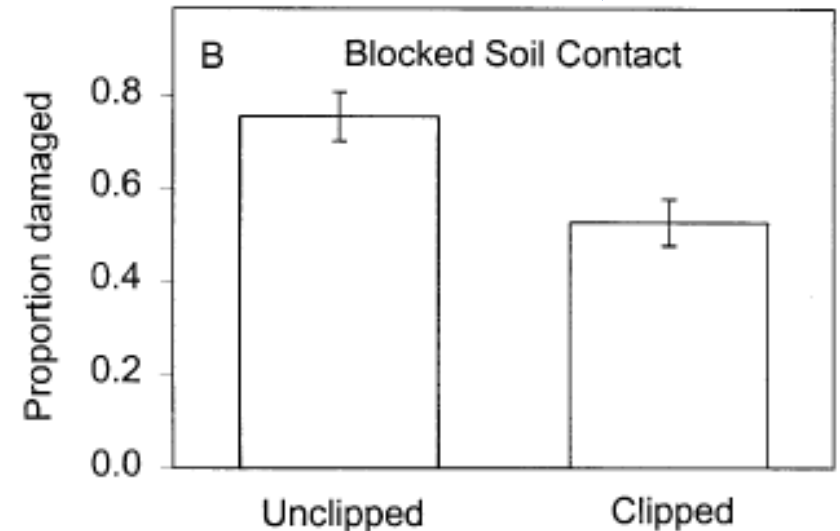
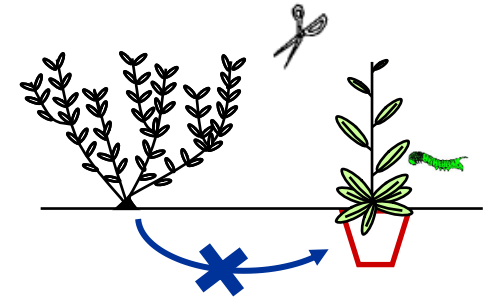
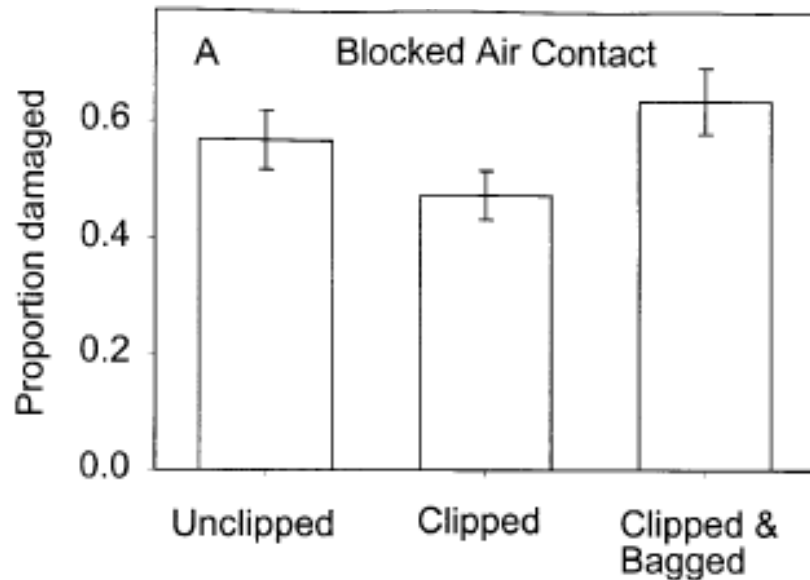
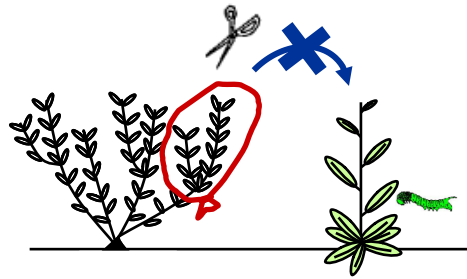
**植物間コミュニケーション
(Plant communication)**

実際に、多くの植物で、コミュニケーションが確認されている

2. 植物間コミュニケーションとVOCs

コミュニケーションを引き起こすシグナルは何か？

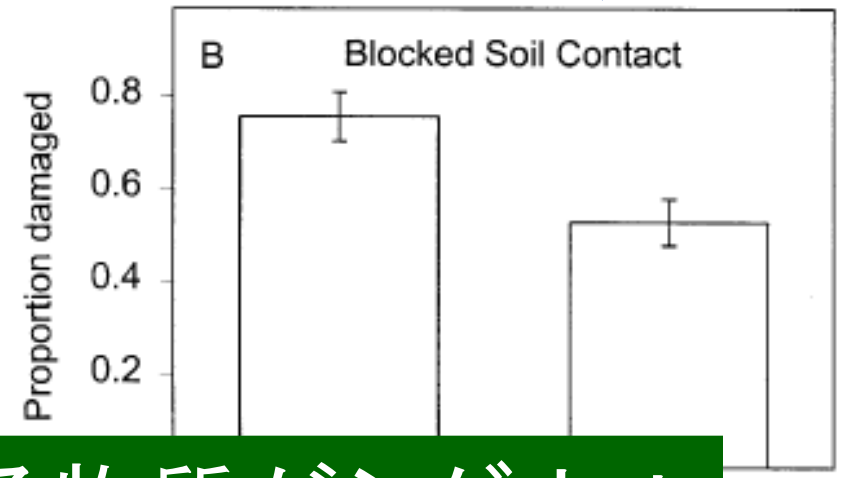
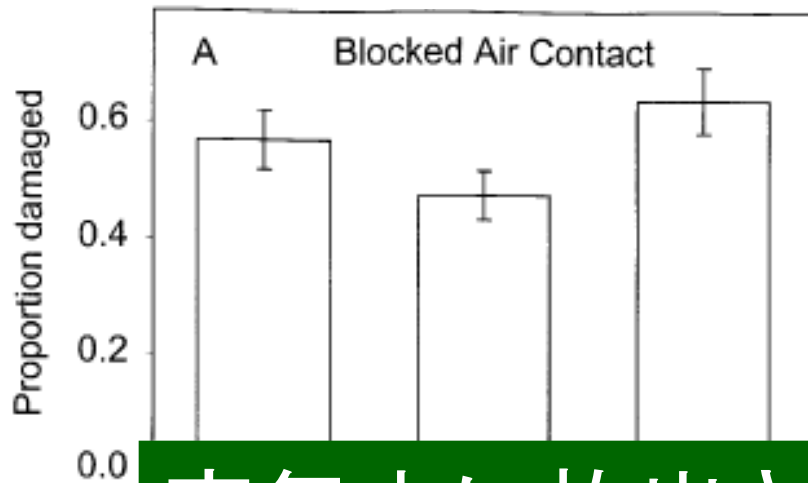
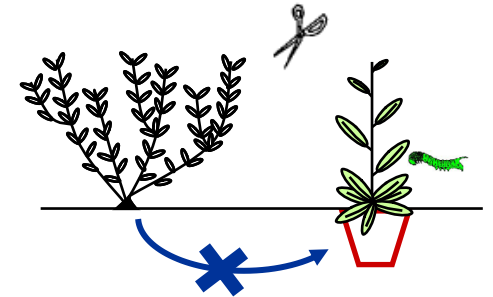
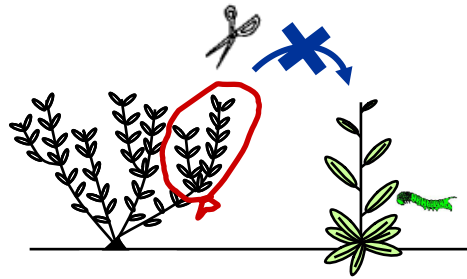
野生タバコセージブラシ (Karban et al., 2000)



2. 植物間コミュニケーションとVOCs

コミュニケーションを引き起こすシグナルは何か？

野生タバコセージブラシ (Karban et al., 2000)



空気中に放出される物質がシグナル

2. 植物間コミュニケーションとVOCs

揮発性有機化合物

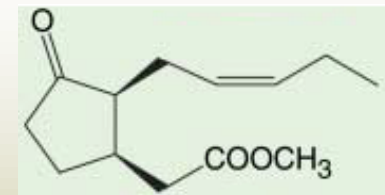
(Volatile organic compounds; VOCs)

- ・緑のかおり (Green leaf volatiles; GLVs)

葉をちぎったときの匂い (C6のアルデヒド、アルコール、その酢酸エステル)

ポプラ、リママメなどのコミュニケーション

- ・ジャスモン酸メチル (MeJA)



野生タバコ - セージブラシなどのコミュニケーション

2. 植物間コミュニケーションとVOCs

多くの場合、

VOCs暴露により誘導される、防衛反応は弱い



本当にVOCsが防衛反応を誘導？

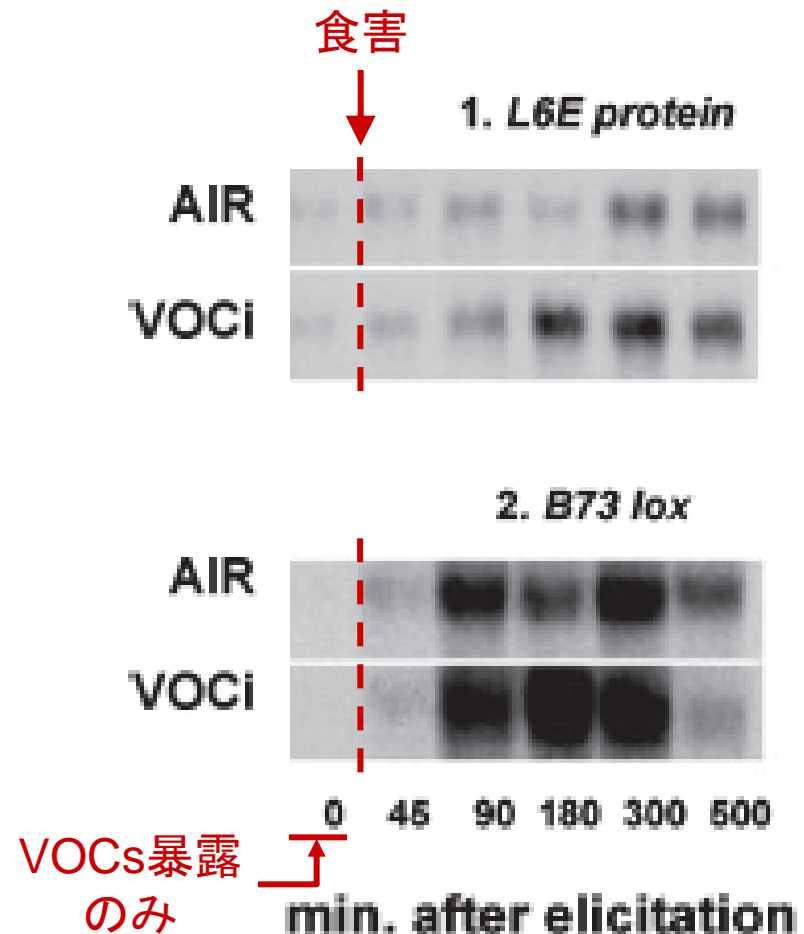
2. プライミング

トウモロコシ (Ton et al., 2007)

食害誘導性遺伝子 (10遺伝子)

- ・VOCs暴露のみ:
転写されない
- ・VOC暴露→食害:
すばやく大量に転写 (6遺伝子)

Northern blot analysis



2. プライミング

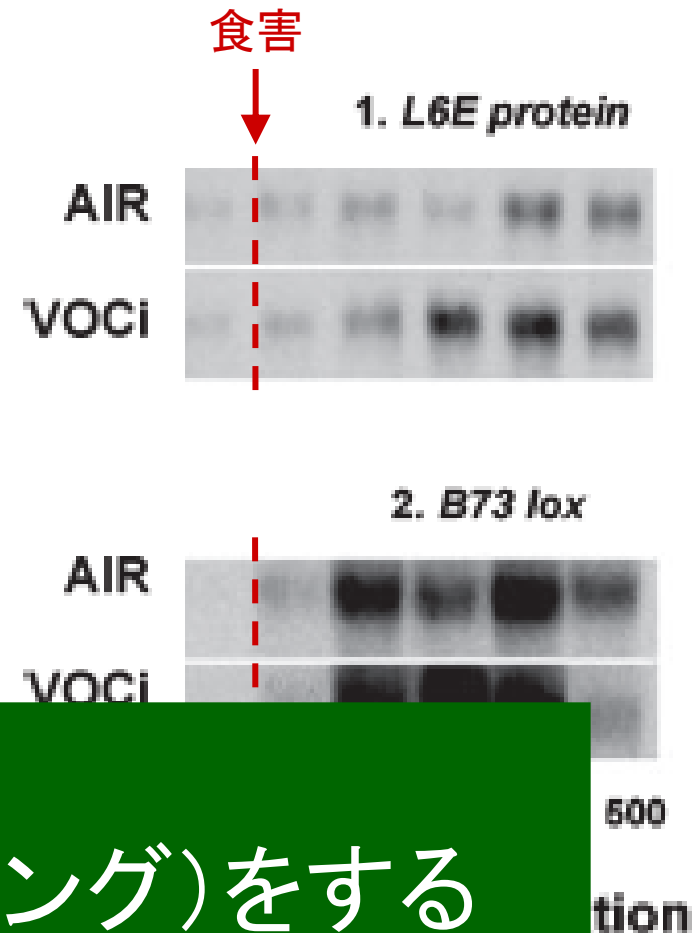
トウモロコシ (Ton et al., 2007)

食害誘導性遺伝子 (10遺伝子)

- ・VOCs暴露のみ:
転写されない
- ・VOC暴露→食害:
すばやく大量に転写 (6遺伝子)

VOCsの受容で、
防衛反応の準備 (プライミング) をする

Northern blot analysis



3. Sagebrushの植物間コミュニケーション

Sagebrush (*Artemisia tridentata*)

キク科 ヨモギ属

北米の乾燥地帯に生育



3. Sagebrushの植物間コミュニケーション

被食を受けると、葉から強い匂い(VOCs)を放出



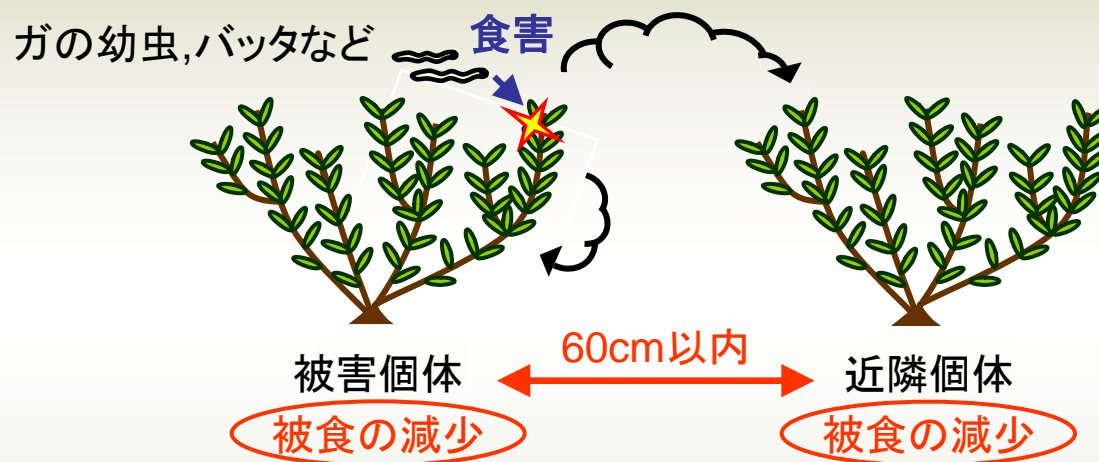
植物間コミュニケーション

- 異種間: 野生タバコ - セージブラシ (Karban et al., 2004)
- 同種内 (Karban et al., 2006)

3. Sagebrushの植物間コミュニケーション

特徴

- 被害個体および60cm以内の他個体の防衛反応を誘導

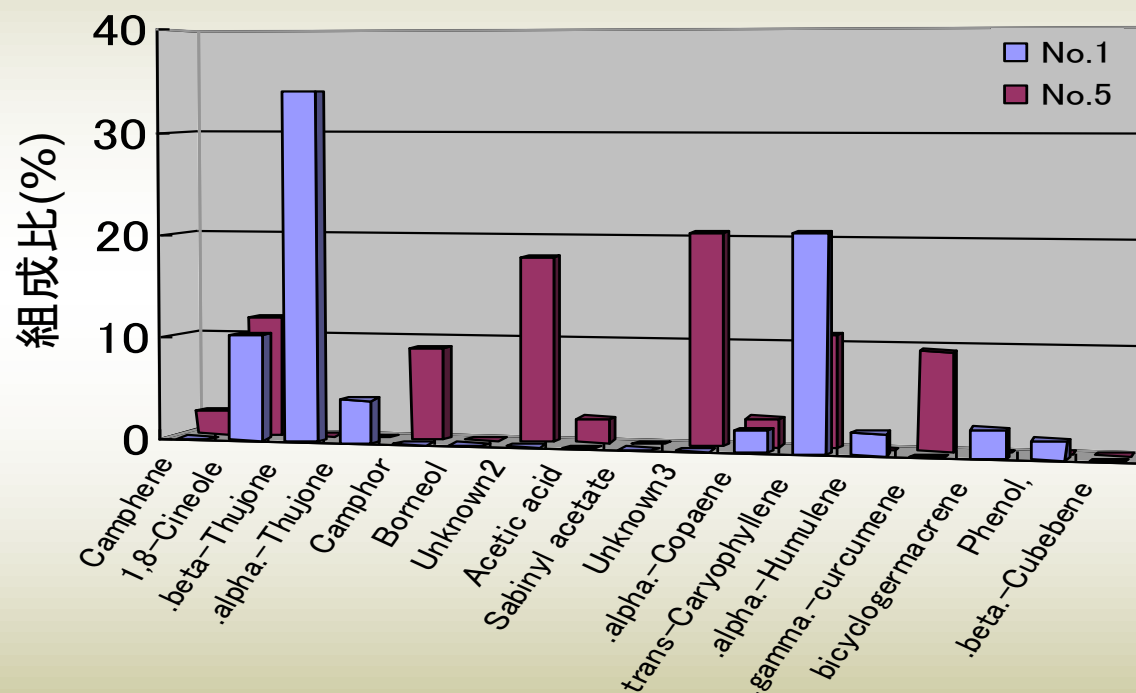


- VOC組成が多様
- 季節性がある(春のみ有効)
- 若い個体のほうがコミュニケーション能力が高い

3. Sagebrushの植物間コミュニケーション

SagebrushのVOCs:

個体によって含まれる成分、量(組成)が異なる



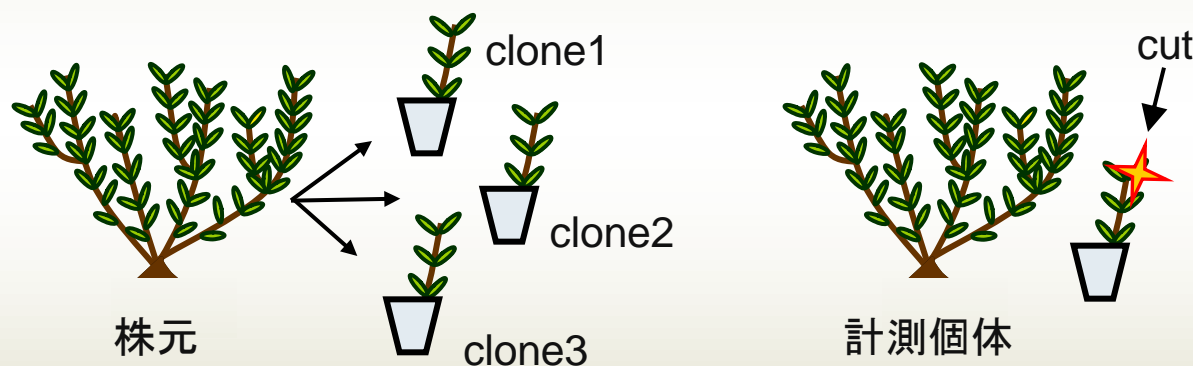
→ 組成の違いは、コミュニケーションに影響を与えるか？

3. Sagebrushの植物間コミュニケーション

組成の違いは、コミュニケーションに影響を与えるか？

野外実験

クローン株を作成 → VOCsを他個体に暴露 → 被食を計測

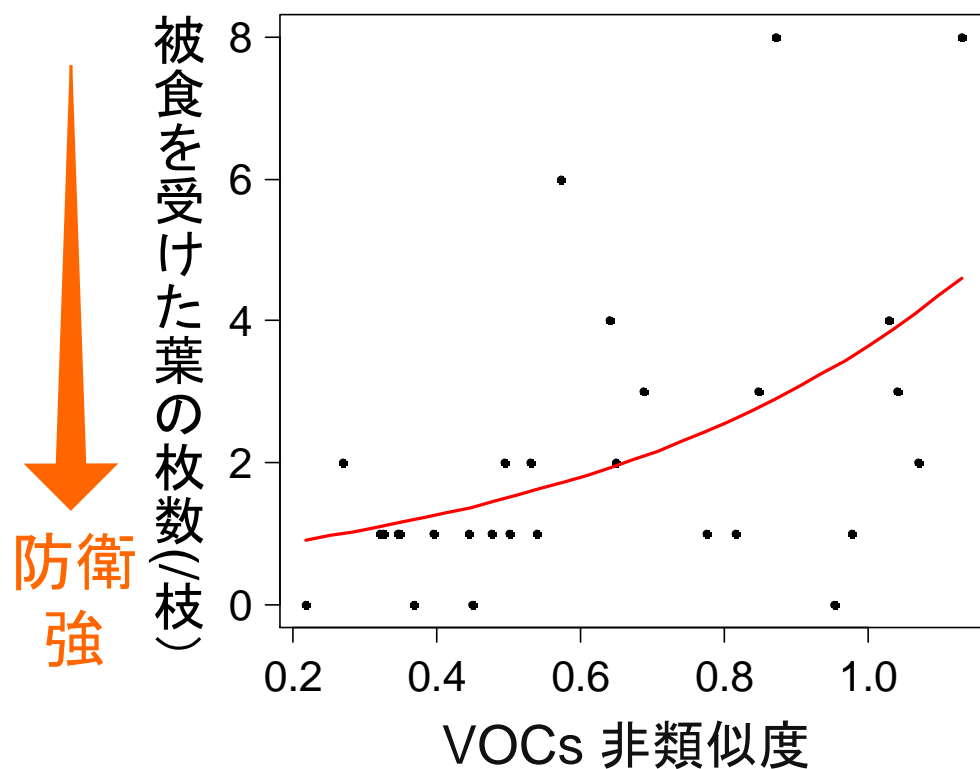


VOC成分の分析

GC-MS、匂い組成の類似性を解析 (CNESS)

3. Sagebrushの植物間コミュニケーション

組成の違いは、コミュニケーションに影響を与えるか？



類似 ←

VOC組成が類似
→ 防衛反応が強い

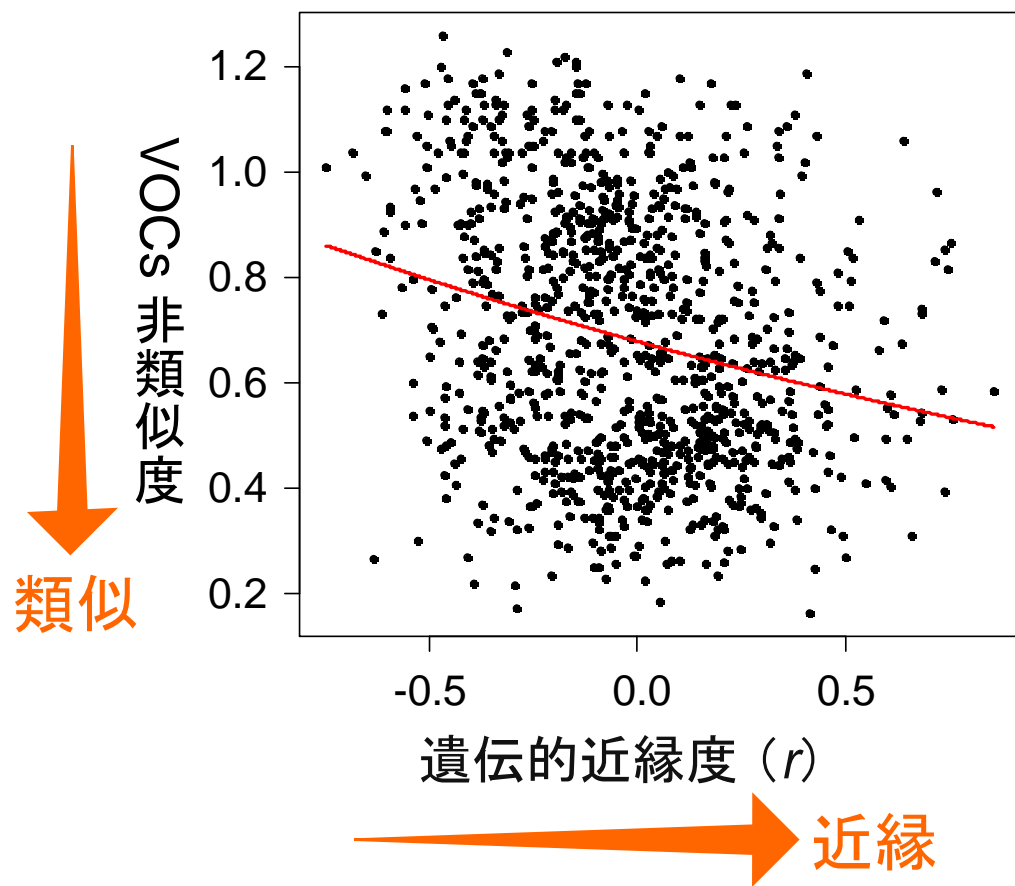
GLM: family = poisson, link = log

model	Coefficient		AIC
	(intercept)	x	
y ~ x	-0.483	1.778	106.8
y ~ 1	0.746		119.3

3. Sagebrushの植物間コミュニケーション

組成の違いをもたらす要因は？ → 遺伝的近縁度に着目

遺伝解析 SSRマーカー



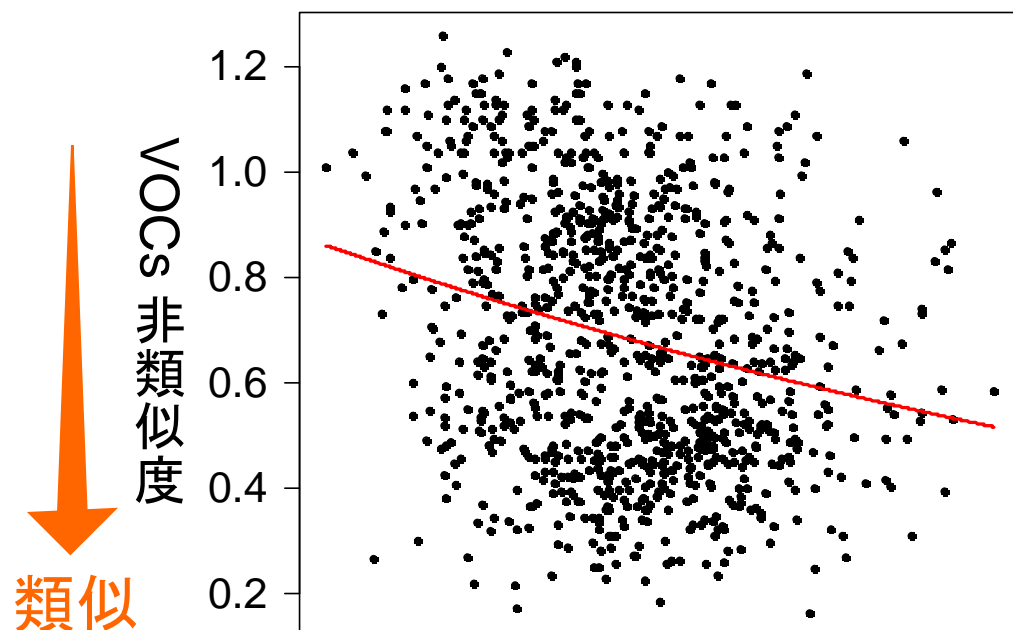
遺伝的に近縁
→ VOC組成が類似

GLM: family = Gamma, link = log			
model	Coefficient		AIC
	(intercept)	x	
$y \sim x$	-0.386	-0.318	-34.97
$y \sim 1$	-0.374		20.81

3. Sagebrushの植物間コミュニケーション

組成の違いをもたらす要因は？ → 遺伝的近縁度に着目

遺伝解析 SSRマーカー



遺伝的に近縁
→ VOC組成が類似

遺伝的近縁度が、コミュニケーション
の強さに影響を与える可能性がある

AIC

-34.97

20.81

3. Sagebrushの植物間コミュニケーション

遺伝的近縁度が、コミュニケーションの強さに影響を与える可能性がある

野外では・・・

近縁個体が近くに生育する



コミュニケーションは、
近縁個体間で成立しやすい





ありがとうございました