

とが考えられる。

E. 結論

本研究で検討した *Ephedra equisetina* 及び *E. intermedia* に関しては、アルカロイド含量は生育地の日照条件や土質の変化以上に個体差が大きいことが明らかになった。今年度の一連の研究で、クローン株においても株による変動が大きいことが明らかになっている（別掲）ので、今後は肥料条件等を調査し、アルカロイド含量が高くなる栽培方法を探索する必要があるだろう。

F. 健康危険情報

該当なし

G. 研究発表

松本昌士: 博士学位論文。平成 25 年度金沢大学自然科学研究科。

H. 知的財産権の出願・登録状況(予定も含む)

1. 特許取得

該当なし

2. 実用新案登録

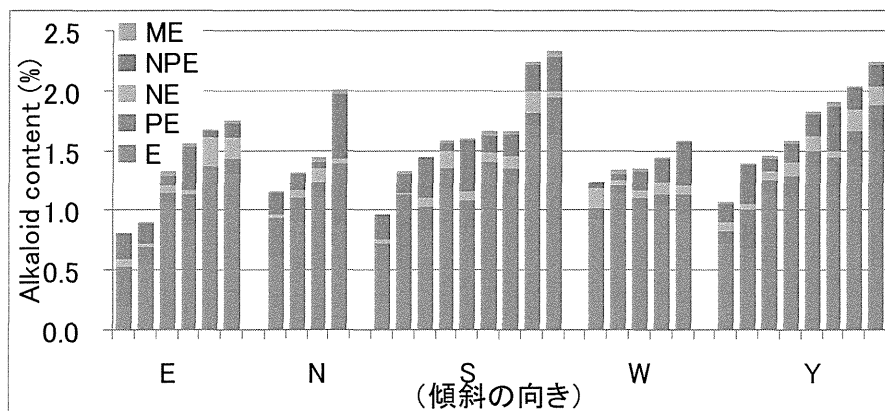
該当なし

3. その他

該当なし

引用文献

M. Mikage , A. Takano , H. Jin , T. Tomimori and T. Namba : Studies on the Nepalese Crude Drug, VII, On the Variations of the Morphological Appearances and the Alkaloid Contents of the Herbal Stem of *Ephedra gerardiana* Wall. according to the Differences of Habitats. *Shoyakugaku Zasshi*, 41(3), 209-214 (1987)



サンプル情報

E: 東向き斜面
N: 北向き斜面
S: 南向き斜面
W: 西向き斜面
Y: 山頂・尾根

図1 斜面の傾斜の向きとアルカロイド含量 (*Ephedra equisetina*, 調査地: 富蘊)

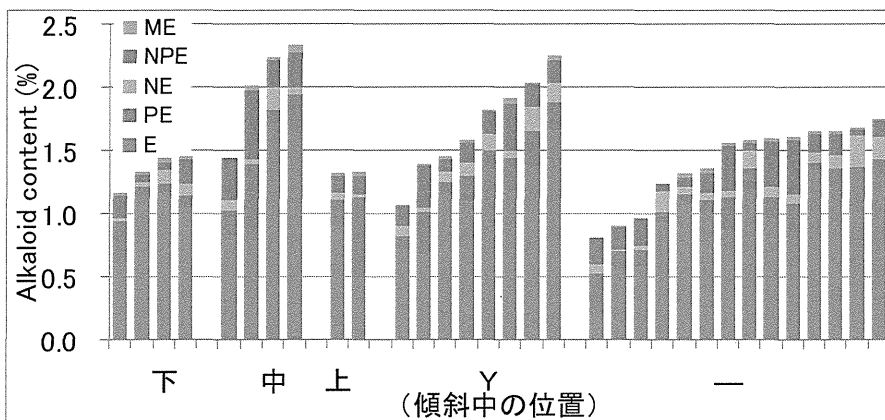


図2 斜面の位置とアルカロイド含量 (*Ephedra equisetina*, 調査地: 富蘊)

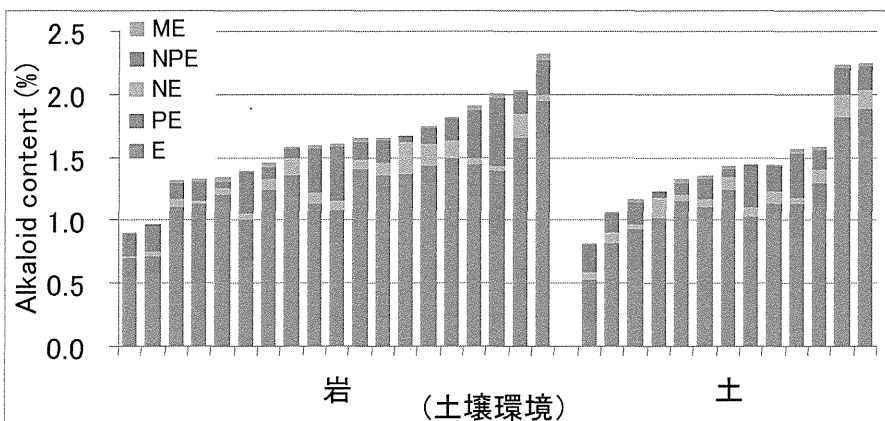


図3 土壌環境とアルカロイド含量 (*Ephedra equisetina*, 調査地: 富蘊)



図4 南北に走る谷（富嶺県）



図5 峠にある小山を一周して東西南北斜面で採集（青河県）

厚生労働科学研究費補助金(創薬基盤推進研究事業)
研究報告書

水耕法による麻黄栽培の可能性の検討

研究代表者	御影 雅幸	金沢大学医薬保健研究域薬学系 教授
研究分担者	佐々木 陽平	金沢大学医薬保健研究域薬学系 准教授
研究分担者	三宅 克典	金沢大学医薬保健研究域薬学系 助教

マオウ属植物が水耕栽培に適しているか否かを検討する目的で、小規模ながら実験的に栽培している青森県産業技術センターを訪問調査した。その結果、マオウ属植物は水中で根を発達させにくい現状が明らかになった。今後は、ポット等で十分に根を発達させたものを実験に供するなどして検討する必要がある。また、今後は砂を支持体とした水耕法も検討する。

研究協力者 今井照規 青森県産業技術センター施設園芸部 部長

A.研究目的

水耕法は個々の作物に適した栄養素を養液に溶かして水中に根を張らせてハウス内で育成する方法である。収穫物の生育が早いという利点がある一方で、種々の欠点も知られている。そこで、マオウ属植物が水耕栽培に適しているか否か、また石川県下で利用できる施設があるか否かを調査した。

B.調査方法

平成 26 年 2 月中旬に地方独立行政法人青森県産業技術センターを訪問調査した。

職員の案内により、水耕法を行なっている大型ハウスを見学調査した。

別に石川県羽咋郡志賀町に設置された水耕栽培設備を見学した。

(倫理面への配慮)

該当なし

C.調査結果

葉菜類等と同じ場所で生育させているマオウ属植物 (*Ephedra equisetina* Bunge) は、他の野菜類に比して根の発達がきわめて悪く、地上部の発達も思わしくなかった。

石川県羽咋郡志賀町の水耕栽培施設は 2 棟あ

り、1 棟はトマト栽培に使用されているが、1 棟は借り手がなく、今後借りることが可能であるとの情報を得た。なお、本施設は志賀町にある北陸電力の原子力発電所の余熱を利用するように設計されているもので、現在は原子力発電装置が稼働していないので暖房は石油によっており、燃料費にかなりの経費を要するとのことであった。

D.考察

マオウ属植物は水耕法には適していない可能性が考えられた。

マオウ属植物は乾燥地に適した形質を有しており、地下深くに根をおろす性質がある。よって、水分環境が悪い土地では急速に根を発達させるものと考えられる。一方、水耕栽培のように水分環境が良い場合には根を発達させる必要がなく、このような結果になったことが考えられる。

今年度の中国内蒙古自治区における麻黄栽培地における聞き取り調査においても、灌水が多すぎると根を張らないという情報を得ており、今後の検討が必要であると思われる。

今年度の経費により、砂を支持体とした水耕栽培設備を導入したので、3月から実験に取りかかる。

志賀町の水耕栽培設備は立派であるが、原子力発電装置が稼働していない現時点では利用しが

たいが、暖房なしで単なるハウスとしての利用は可能であり、その場合、LEDによる栽培研究等にも使用可能である。

該当なし

E. 結論

マオウ属植物の栽培には水耕法は適していない可能性がある。今後は根を十分に発達させてから養液中に投入するなどの方法の効果を検討する必要がある。また、麻黄に適した養液の検討も今後の課題であるが、そのためには現在の装置は大規模すぎるので、小型装置を導入する必要がある。

G. 研究発表

該当なし

H. 知的財産権の出願・登録状況(予定も含む)

1. 特許取得

該当なし

2. 実用新案登録

該当なし

3. その他

該当なし

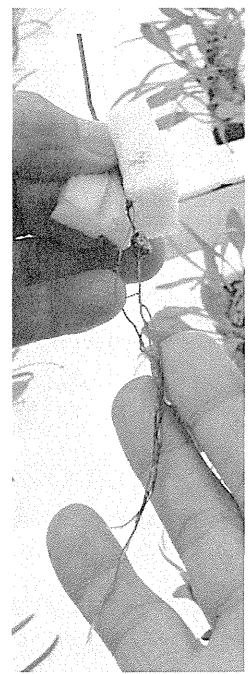
F. 健康危険情報



水耕栽培施設（青森県産業技術センター）



マオウの水耕栽培



根張りが悪いマオウ



石川県羽咋郡志賀町にある水耕栽培施設
(麻黄の水耕栽培に目処がついた際にはこの施設を借りて行なう予定)

厚生労働科学研究費補助金(創薬基盤推進研究事業)
研究報告書

光量がアルカロイド含量に及ぼす影響に関する研究

研究代表者 御影 雅幸 金沢大学医薬保健研究域薬学系教授
研究分担者 佐々木 陽平 金沢大学医薬保健研究域薬学系准教授
研究分担者 三宅 克典 金沢大学医薬保健研究域薬学系助教

『第 16 改正日本薬局方』では、漢方生薬「麻黄」はアルカロイド（エフェドリン及びプソイドエフェドリンの総和）を 0.7%以上含有することを規定しており、麻黄栽培にあたっては最終生産物がこの基準を満たす必要がある。本研究では、アルカロイド産生のための栽培適地を検討する目的で、実験的に光量を調節して栽培した。その結果、有為差は得られなかったが、平均値で光量が多い群ほどアルカロイド含量が高かった。よって、栽培地は十分な日照が得られる場所が良いと判断した。

研究協力者 倪 斯然 金沢大学大学院自然科学研究科 PD

A.研究目的

『日本薬局方』は、漢方生薬「麻黄」はアルカロイド（エフェドリン及びプソイドエフェドリンの総和）を 0.7%以上含有することを規定している。麻黄の栽培にあたっては、生産物がこの基準を超えることが必須条件であり、麻黄栽培における最大の課題である。

研究者らは平成 23 年 6 月下旬に、中国新疆和田（ホータン）の崑崙山脈の北斜面において調査した結果、峡谷に生える *Ephedra intermedia* Schrenk et C.A.Meyer 株のアルカロイド含量が、他地域産に比してアルカロイド含量が低いことを見いだした。この現象は実験株の生育地が峡谷で日照時間が少ないことに起因しているのではないかと考え、栽培時の日照条件を探る目的で今回の研究を行なった。

B.研究方法

実験材料：

E. sinica Stapf：株番号（金沢大学内の薬用植物園における麻黄の保管番号）432, 511, 513 の *E. sinica* から採取した種子の発芽苗、それぞれ 12 株。その他の実生苗は 2009 年金大薬用植物園で採取した種子（親株不明）から発芽育成した 14 株。

E. saxatilis Royle (= *E. likiangensis*

Florin)：同じ親株から 2009 年 6 月と 2010 年 10 月に挿し木により増やした 16 株。

実験方法：

2013 年 4 月に実験材料を 1/5000 a のワグネルポット鉢に植え替えて 3 群に分け、5 月 10 日に実験を開始した。光条件としては遮光しない群（*E. sinica* のクローン 12 株と実生苗 2 株、*E. saxatilis* のクローン 6 株、計 20 株）、遮光率 22% 群（*E. sinica* のクローン計 12 株、*E. sinica* の実生苗 7 株、*E. saxatilis* のクローン 4 株、計 23 株）と遮光率 51% 群（*E. sinica* のクローン 12 株、*E. sinica* の実生苗 5 株、*E. saxatilis* のクローン 6 株）を設定した。

9 月に今年伸びた草質茎を採集し、HPLC 法によりエフェドリン（E）及びプソイドエフェドリン（PE）含量の定量を行なった。

（倫理面への配慮）

該当なし

C.研究結果

PE 含量について遮光しない群、遮光率 22% 群と遮光率 51% 群の平均値はそれぞれ 0.13%、0.14%と 0.10%であった。遮光率 51% 群の PE 含量は少なかったが有意差は認められなかった。

一方、E の平均含量は、遮光しない群では 0.53%、遮光率 22%群では 0.37%、遮光率 51%群では 0.34%であり、遮光率 51%群と遮光しない群の間に有意差 ($P<0.05$) が認められた。

麻黄は個体によってアルカロイド含量にばらつきがあるので、*E. saxatilis* のクローン株を用いて比較を行なった。その結果、E と PE 平均含量は、遮光しない株では 0.65%と 0.10%、遮光率 22%の株では 0.63%と 0.11%、遮光率 51%の株では 0.43%と 0.07%であった。遮光された株の含量が少なかったが有意差は認められなかった。*E. sinica* について、親株 432 から得た種子の発芽株の E と PE 平均含量は、遮光しない株では 0.50%と 0.39%、遮光率 22%の株では 0.34%と 0.27%、遮光率 51%の株では 0.17%と 0.21%であった。遮光率 51%の株の E と PE 平均含量は遮光しない株より有意に ($P<0.05$) 低いことが確認された。他の *E. sinica* 株と親株不明の実生苗でも同様の傾向が見られたが、統計学的な有意差は認められなかった。

D. 考察

平均値で比較すると、遮光により明らかにアルカロイドが減少した。統計学的に明確な有為差が認められなかった理由として株数の不十分が考えられるが、それ以上に、個体による変異が大きいことが挙げられる。このことは、同一条件で育てたクローン株でさえ大きな変異を示したことからうかがえる。正確を期すにはさらなる検討が必要であろうが、栽培麻黄のアルカロイド含量を高めるためには、栽培地の日照に関しては出来る限り良好であることが望ましいと考える。

E. 結論

麻黄では栽培時の日照条件によってアルカロイド含量が変わり、平均値であるが、光量が多い実験株ほどアルカロイド含量が高くなるのが今回の実験で明らかになった。これによって、今後麻黄の国内生産は十分な日照が得られる栽培地が良いと判断した。

F. 健康危険情報

該当なし

G. 研究発表

該当なし

H. 知的財産権の出願・登録状況(予定も含む)

1. 特許取得

該当なし

2. 実用新案登録

該当なし

3. その他

該当なし



遮光実験（左：遮光率 51%，右：遮光率 22%）

No.	種	園内番号	苗作成方法	土壌	定植時間
K01	saxatilis	5-1	挿し木	プランター(1)赤玉(1)	2013/4/9
K02	saxatilis	5-1	挿し木	プランター(1)赤玉(1)	2013/4/9
K03	saxatilis	5-1	挿し木	プランター(1)赤玉(1)	2013/4/9
K04	saxatilis	5-1	挿し木	プランター(1)赤玉(1)	2013/4/9
K05	saxatilis	5-1	挿し木	プランター(1)赤玉(1)	2013/4/9
K06	saxatilis	5-1	挿し木	プランター(1)赤玉(1)	2013/4/9
K07	sinica	511-7	2009 年採取種子	プランター	2011/10/26
K08	sinica	511-6	2009 年採取種子	プランター	2011/10/26
K09	sinica	511-5	2009 年採取種子	プランター	2011/10/26
K10	sinica	511-11	2009 年採取種子	プランター	2011/11/21
K11	sinica	432-10	2009 年採取種子	プランター	2011/11/21
K12	sinica	432-12	2009 年採取種子	プランター	2011/11/21
K13	sinica	432-13	2009 年採取種子	プランター	2011/11/21
K14	sinica	432-11	2009 年採取種子	プランター	2011/11/21
K15	sinica	513-14	2009 年採取種子	プランター	2011/11/21
K16	sinica	513-3	2009 年採取種子	プランター	2011/11/21
K17	sinica	513-15	2009 年採取種子	プランター	2011/11/21
K18	sinica	513-16	2009 年採取種子	プランター	2011/11/21
K19	sinica	513	園内保有株	プランター(1)赤玉(1)	2013/4/24
K20	sinica	513	園内保有株	プランター(1)赤玉(1)	2013/4/24
K21	sinica		園内保有株	プランター	2013/4/16
K22	sinica		園内保有株	プランター	2013/4/16
K23	sinica	421	園内保有株	プランター	2013/4/16

表 1 実験株（同一年に挿し木により得たクローン株）

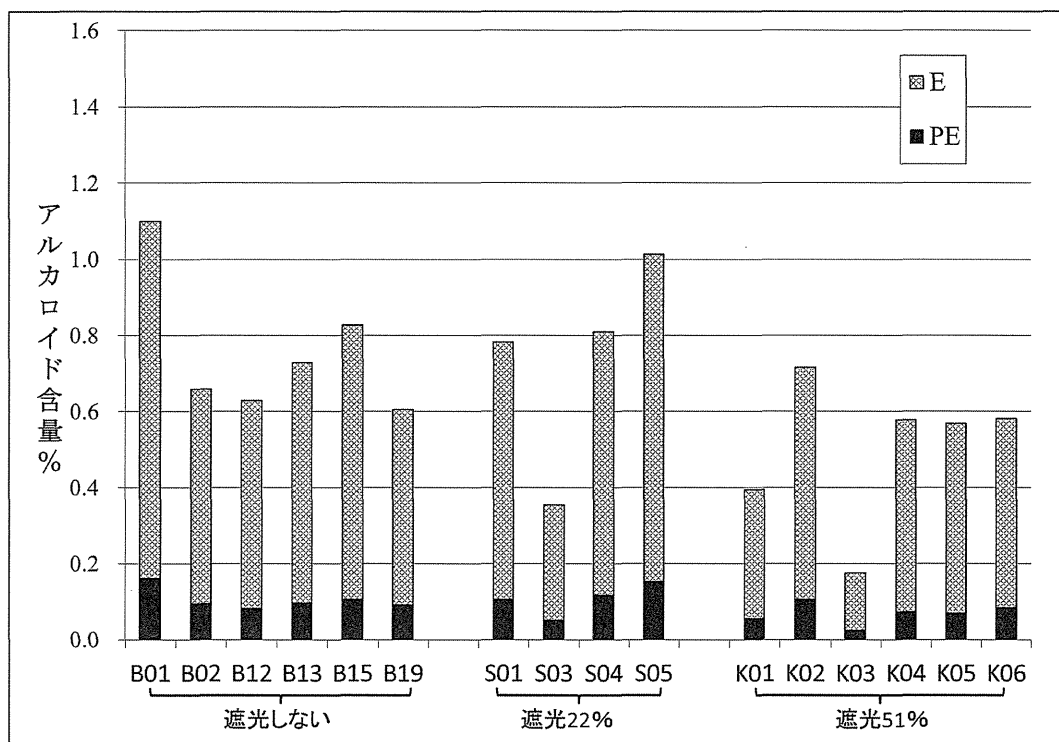


図1 *E. saxatilis* のアルカロイド含量

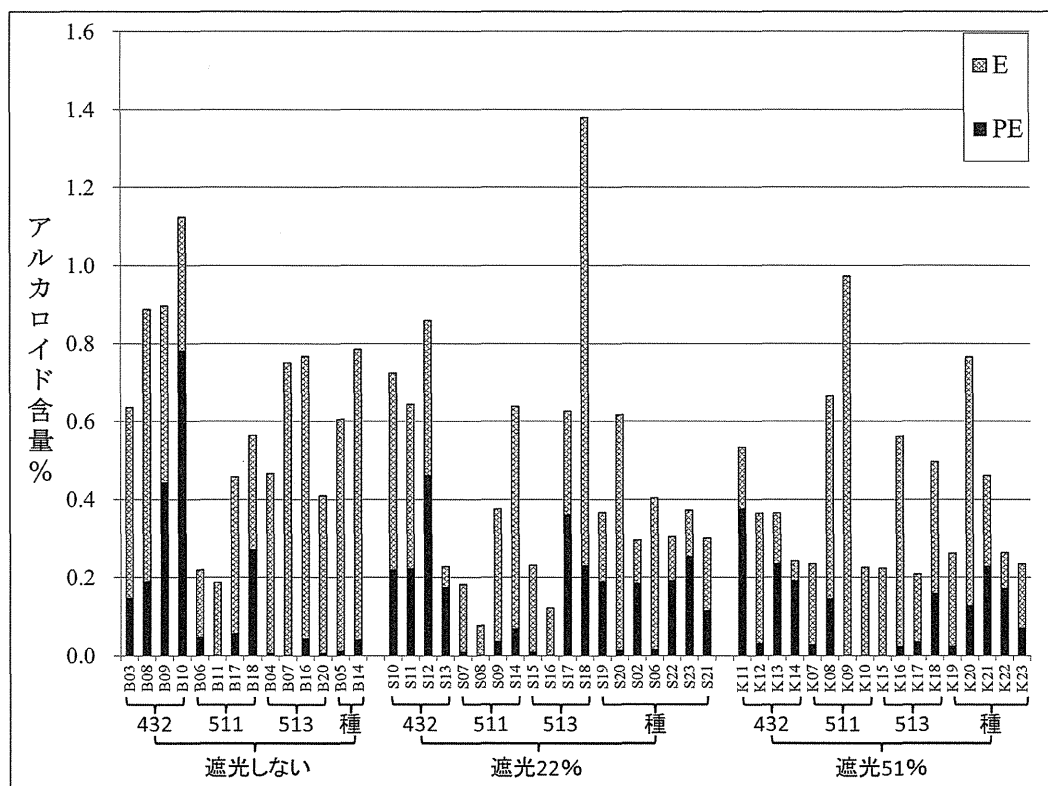


図2 *E. sinica* のアルカロイド含量

種名	挿し木・実生苗 (親株の番号)	コントロール		遮光率 22%		遮光率 51%	
		E (%)	PE (%)	E (%)	PE (%)	E (%)	PE (%)
<i>E.saxatilis</i>	挿し木	0.65	0.10	0.63	0.11	0.07	0.43
<i>E.sinica</i>	実生苗 (432)	0.50	0.39	0.34	0.27	0.17	0.21
<i>E.sinica</i>	実生苗 (511)	0.26	0.09	0.29	0.03	0.48	0.04
<i>E.sinica</i>	実生苗 (513)	0.58	0.01	0.44	0.15	0.15	0.44
<i>E.sinica</i>	実生苗	0.67	0.03	0.24	0.14	0.32	0.05
<i>E.sinica</i>	総計	0.48	0.15	0.32	0.14	0.31	0.11
総		0.51	0.13	0.37	0.14	0.34	0.10

表2 Ephedrine と Pseudo ephedrine の平均含量

厚生労働科学研究費補助金(創薬基盤推進研究事業)
研究報告書

マオウの栽培品種選抜に関する研究 — エフェドリン系アルカロイドの含量比率 —

研究代表者	御影 雅幸	金沢大学医薬保健研究域薬学系教授
研究分担者	佐々木 陽平	金沢大学医薬保健研究域薬学系准教授
研究分担者	三宅 克典	金沢大学医薬保健研究域薬学系助教

『日本薬局方』では漢方生薬「麻黄」にアルカロイド含量（エフェドリン及びプソイドエフェドリンの総和）が 0.7%以上であることを規定している。両アルカロイドはそれぞれの薬効が異なり，含有比率に応じて使い分けをすることが望ましいと考えられる。含有アルカロイドは今後，マオウの栽培に際して優良品種の選抜を行なうための指標となるため，野生品及び栽培品について，それぞれエフェドリン系アルカロイドの含有比率を調査した。その結果，麻黄のエフェドリン系アルカロイドの含有比率は遺伝的な要因に影響を受けており，品種選抜した株をクローン増殖した栽培品を使用することで，目的とする成分の含有比率の麻黄を生産することが可能であることが示された。一方，総アルカロイド含量は遺伝的要因ではなく，環境等他の要因に影響を受けていることが示唆され，アルカロイド含量を高めるためには今後，栽培方法を検討する必要がある。

研究協力者 松本 昌士 金沢大学大学院自然科学研究科院生

A.研究目的

『第 16 改正日本薬局方』において麻黄は，有効成分であるエフェドリン系アルカロイドの (-)-ephedrine (エフェドリン：以下，Eph) 及び (+)-pseudoephedrine (プソイドエフェドリン：以下，P-Eph) 含量の合計値が 0.7%以上と規定されているが，それぞれの含量に関する規定は設けられていない。しかしエフェドリン系アルカロイドは成分によって薬効が異なるとされており，例えば Eph の方が P-Eph よりも作用が強いものとして，喘息抑制，血圧上昇が挙げられ，一方で P-Eph の抗炎症作用は Eph と比較して強いとする報告がある。そのため発汗解表・宣肺平喘を期待する処方（麻黄湯，麻杏甘石湯など）には Eph 組成比の高い麻黄，消炎止痛・減肥を期待する防風通聖散のような処方には P-Eph 組成比の高い麻黄を使用するといった，含有比率に応じた使い分けをすることが本来望ましいと

考えられる。麻黄のエフェドリン系アルカロイド組成比は地域性があり，P-Eph 組成比が高い市場品は甘粛省・青海省に集中しているとする報告，降水量の少ない所では全体的に含量が高く，P-Eph 組成比が高い傾向にあることが報告されている。しかしこれらの報告において，同じ産地から得た麻黄でも個体によって含有比率が大きく異なり，Eph と P-Eph の含有比率が逆転しているケースも認められる。このことは，同じ産地の麻黄でも安定して目的に応じた使い分けができない可能性があることを意味する。原因としては，生育環境・生育年数・遺伝的要因など複数の要因が関係していると予想されるが，今回は遺伝的要因に着目した。つまり含有比率の違いは個体の多様性によるもので，同一個体はほぼ同じ比率であると推察し，まず野生品について，遺伝的に多様な雌雄両株が共存している群生地と，同一個体による栄養繁殖でし

か増殖する手段がない群生地について調査を行なった。後者としては、雄株のみの群生地、或いは *Ephedra* 属植物の *E. sinica* Stapf は根茎を地下から横方向に長く伸長させて繁殖する傾向が強く、複数個体の群生地に見える同一個体の群生地があり、この 2 種類が挙げられる。これらについて、それぞれの Eph 及び P-Eph の含有比率の調査を行なった。

次に、栽培では安定した含有比率の個体を得ることができるのかどうかを検証するため、遺伝的に同等と考えられる栄養繁殖（株分け、挿し木）で栽培したマオウの Eph 及び P-Eph の含有比率の比較を行なった。またマオウは地上部を使用するため、地下部を残して収穫することにより継続して収穫し続けることが可能で、中国の栽培地でも継続して収穫されている。しかし、継続して収穫を続けた場合、毎年アルカロイド含有比率が安定したものを得られるのかどうかは明らかではない。そこで栽培年数とアルカロイド含有比率の関係について検証をするため、複数の種苗を用いて 3~6 年生株の含有率についても調査を行なった。

B.研究方法

実験材料

(1) *Ephedra sinica* Stapf (野生品)

採取地点：内蒙古自治区赤峰市 1 (雌雄両株が混在, 2010 年 alt.330m, 2011 年 alt.434m), 標本 No. 100623-3~4 (共に複数個体が混合した検体のため、各 3 個体を採取して分析した), 110725A1-01 ~ 04, B1-02 ~ 05. 採取日：2010.6.23, 2011.7.25, サンプル数：14.

採取地点：内蒙古自治区赤峰市 2 (雌雄両株が混在, alt.678m), 標本 No. 100623-1 (複数個体が混合したサンプルのため 3 個体を採取して分析した), 110726A1-01~04, B1-01~07, 採取日：2010.6.23, 2011.7.26, サンプル数：14 点。

採取地点：河北省承德市 (雄株のみ群生, alt.1345m), 標本 No. 02139, 採取日：2002.6.10, サンプル数：9 点。

採取地点：内蒙古自治区包頭市 (根茎を地下で伸長し、見かけ上別個体のようにして繁殖していた同一個体, alt.1380), 標本 No.100720-10, 採取日：2010.7.20, サンプル数：5 点。

採取地点：内蒙古自治区錫林郭勒盟 (根茎を地下で伸長し、見かけ上別個体のようにして繁殖していた同一個体, alt.1060), 標本 No.7081801, 採取日：2007.8.1, サンプル数：5 点。

(2) Ep-13 (栽培品)

Ep-13 は米国から *Ephedra distachya* として我が国に導入されたが、詳細については不明である。一方、Ep-13 は繁殖力が強く、これまで株分けにより同一クローン株として各地で栽培維持されてきたユニークな株である。栽培地：医薬基盤研究所薬用植物資源研究センター 和歌山及び種子島, 栽培方法：株分け・露地栽培, 採取日：和歌山 2011.12.15, 種子島 2011.12.13 ~ 12.14, サンプル数：和歌山 9 点, 種子島 26 点。

(3) *E. sinica* (栽培品)

栽培地：金沢大学附属薬用植物園, 栽培方法：挿し木法により繁殖したクローン株をワグネルポットで 2 年間栽培 (年 1 回植替え), 栽培土壌として川砂, 山砂, 赤玉 (硬質) 小粒, 鹿沼土 (小粒), 桐生土, 市販土 (「プランターの土」, 秋本天産物 (株)) のいずれかを使用, 採取日：①2011.11.22, ②2012.9.18, サンプル数：①12, ②11.

栽培地：金沢大学附属薬用植物園, 栽培方法：1/5000a 又は 1/2000a のワグネルポットで 2004 年秋に得た実生苗から 2010 年まで栽培。栽培土壌として川砂 (土壌下層は化成肥料 (普通化成 8 号 (フジカワエッグ, N:P:K=8:8:8)) 10g/pot を混合) 又は以下の 5 種類。①市販土 (「プランターの土」, 秋本天産物 (株)), ②赤玉土, ③市販土 + 赤玉土 (28:18, 体積比), ④市販土 + 土壌アルカリ化剤, ⑤赤玉土 + 土壌アルカリ化剤 * : 土壌アルカリ化剤 (炭酸苦土石灰 10g/pot, または石灰窒素 10g/pot), 灌水条件：

人工海水の希釈液を週に 1 回、地下水を 1 回ずつ（人工海水の組成：NaCl（特級）86.8g, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ （一級）20.8g, $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ （特級）15.7g, $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ （一級）4.5g 及び KCl（特級）2.2g を地下水に溶解して 3L としたもの）。採取日：2007.9, 2008.9, 2009.9, 2010.9, サンプル数：100。

方法

アルカロイドの定量法

定量は以下の方法で行なった。一部の試験は日本薬局方の定量法を参考にした方法で行なった。一部のサンプルについて両方法による E/PE の差を比較し、5%以内であることを確認した。

試料溶液の調製 各試料粉末 100mg に、後述の HPLC 移動相 5.0mL を加え、室温にて 20min 静置後、25min 超音波抽出。その後 3000rpm で 15min 遠心分離し、上澄み液を 0.45 μm のメンブランフィルター（Minisart RC25, Sartorius Stedim Biotech 製）にてろ過したものを、試料溶液とした。

HPLC 測定条件 pump：L-2130, auto sampler：L-2200, UV detector：L-2400, integrator：D-2500（以上、日立製）, column：Handy ODS(4.6mm I.D×250mm)No.14562 和光純薬工業（株）, column temp.：room temperature, flow rate:1.0mL/min, detection wavelength：210nm.

mobile phase：SDS 水溶液 / MeCN / H_3PO_4 (305:195:0.8), SDS 水溶液：Sodium Lauryl Sulfate($\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{OSO}_3\text{Na}$, SDS)1.0g を蒸留水に溶かし 127mL とした。

（倫理面への配慮）

該当なし

C.研究結果

（1）野生品のアルカロイド含有比率

雌雄両株の群生地（赤峰市）において 2010 年に入手したサンプルは、2 箇所の産地ともに 2011 年と比較して含量が低かった。アルカロイ

ド含量は季節変動があり、2010 年は 2011 年よりも早い 6 月下旬に採取したものであったことが原因と推察される。産地ごとのアルカロイド含有比率は、個体ごとに数値の変動が大きく、一定の傾向は認められなかった（Fig.1）。一方、雄株のみの群生地で得た個体、根茎を伸長して見かけ上別個体のようにして繁殖していたものについては、それぞれのアルカロイド含有比率が相関を示した（Fig.2）。このことから、有性生殖によって繁殖した個体は多様性が大きく、根茎などによる栄養繁殖で増加した個体は、生育年数によらず Eph 及び P-Eph の含有比率がほぼ一定であることが明らかになった。

（2）栽培品（株分け・露地栽培、挿し木・鉢植え）のアルカロイド含有比率

マオウの栽培において遺伝的に同等なクローン株を増殖する方法として、株分け、挿し木の 2 つの方法について、それぞれ別の場所と方法により試験を行なった。

株分け・露地栽培では、和歌山と種子島の 2 箇所の Eph 及び P-Eph 含有比率について、相関係数 $R^2=0.9601$ と高い相関が認められた（Fig.3）。

挿し木・鉢植えでは、栽培土壌の種類、収穫時期によらず、相関計数 $R^2=0.9423$ と高い相関が認められた（Fig.4）。

複数の種苗の 3 年生から 6 年生までの含量組成比（Eph/Eph+P-Eph）については、土壌及び灌水する水の組成が異なる条件下でありながら、4 年間継続して前年との間に高い相関が認められ、さらに 3 年生と 6 年生を比較しても高い相関が認められた（Fig.5）。また相関係数は 3~4 年生の間よりも 4~5 年生、5~6 年生株の間の方がわずかに高く、成分含有比率が年々安定していく可能性が示唆された。

D.考察

雌雄両株が混在した群生地のように、遺伝的な多様性が大きいところでは含有比率が大きく変動することが分かった。雄株のみの群生地や同一個体については含有比率が一定であったが、このような自生地はまれで規模も小さい傾向に

あった。これらのことから、成分含有比率が安定した個体を野生品から継続して得ることは困難である。一方株分けや挿し木による栽培品では、異なる栽培地、栽培条件でもアルカロイドの含有比率が一定であった。つまりエフェドリン系アルカロイドの含有比率に応じた使い分けは、クローン株の栽培品を使用することによって達成できるものと考ええる。

一方で問題点として、エフェドリン系アルカロイド含量 (Eph+P-Eph) は、同じ圃場、同じクローン由来株でも、0.1~1.0%と10倍以上の数値の隔たりが認められた。このことについては、日照条件、灌水量などが影響していると推定され、安定した含量のものを継続して得るためには栽培方法の検討が欠かせない。また、4年間のE/E+PEを比較した結果において、Eの含有比率がわずかに増加傾向にあることを報告している。10年単位の長い期間でも安定した数値を維持することが可能かどうかについても調査を行う必要がある。

E. 結論

マオウ属に含有されるEphやP-Ephなどのアルカロイドの組成比は、遺伝的要因に影響を受けていることが明らかになった。一方、総アルカロイド含量は遺伝的要因ではなく、別の要因に影響を受けていることが示唆され、麻黄栽培にあたってアルカロイド含量を増大させるためには遺伝的な品種を選抜するのではなく、栽培環境等他の要因を検討する必要があることが明らかになった。

F. 健康危険情報

該当なし

G. 研究発表 (発表論文)

Masashi Matsumoto・Manabu Hirayama・
Norihiro Ohtomi・Takeshi Ohno・Yukihiro
Nomura・Osamu Iida・Koji Sugimura・Nobuo
Kawahara・Takashi Tsuchida・Masayuki

Mikage : Influence of genetic factors on the
ephedrine alkaloid composition ratio of
Ephedra plants : *J. Nat. Med.* (投稿中)

H. 知的財産権の出願・登録状況(予定も含む)

1. 特許取得

該当なし

2. 実用新案登録

該当なし

3. その他

該当なし

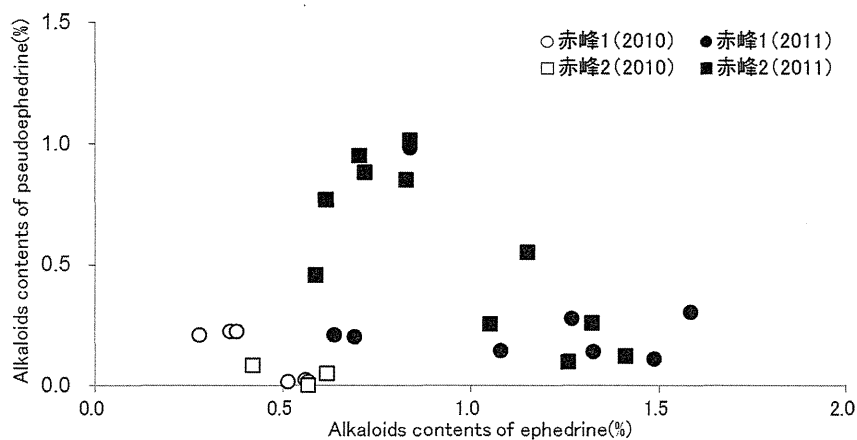


Fig.1 野生株（雌雄両株が混在）のアルカロイド含量比率

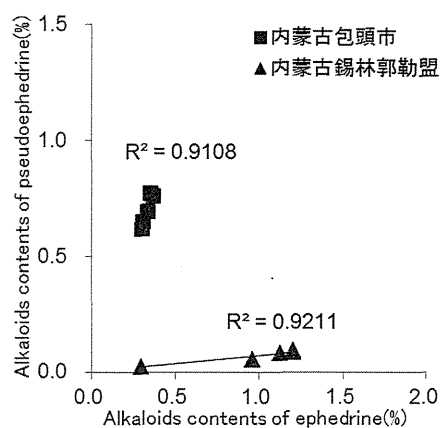
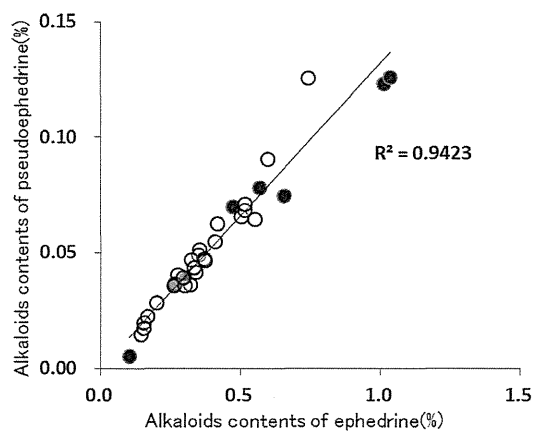
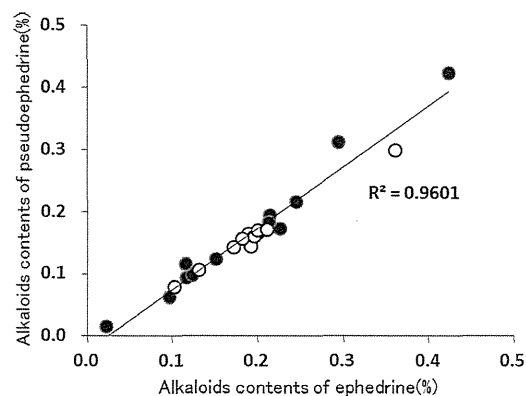


Fig.2 野生株（雄株のみの群生地又は根茎を伸長して見かけ上別個体のようにして繁殖していた個体）のアルカロイド含量比率



○Tanegashima(種子島), ●Wakayama(和歌山)

取, ●2012.9.18 採取



○2011.11.22 採

Fig.3 栽培株（株分け・露地栽培）のアルカロイド含量比率

Fig.4 栽培株（挿し木・鉢植え）のアルカロイド含量比率

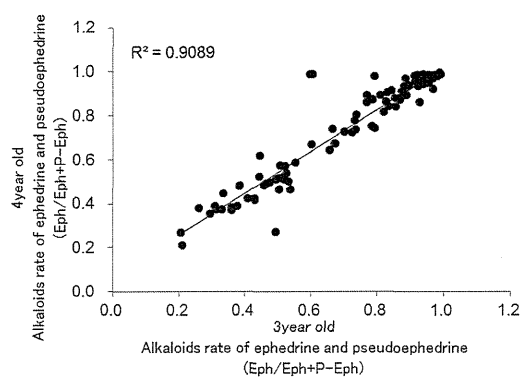


Fig.5-1 栽培株のアルカロイド含量比率
(3年生と4年生)

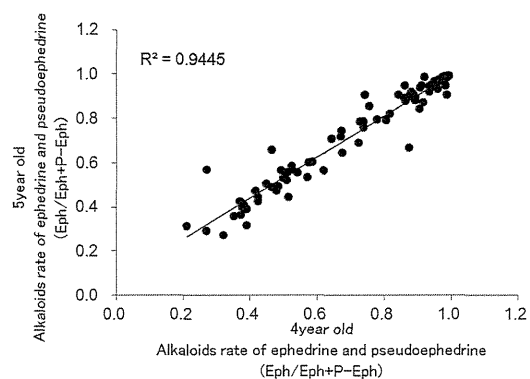


Fig.5-2 栽培株のアルカロイド含量比率
(4年生と5年生)

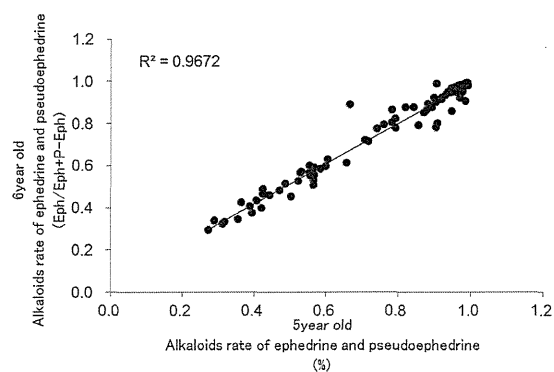


Fig.5-3 栽培株のアルカロイド含量比率
(5年生と6年生)

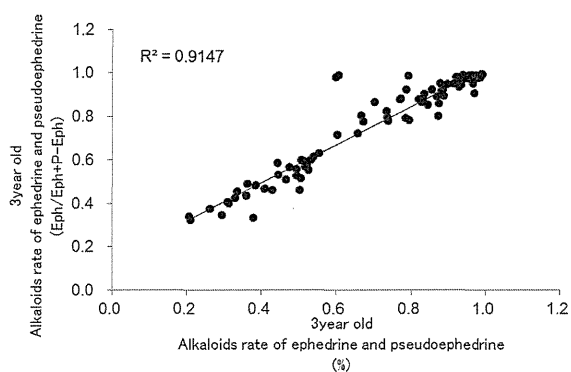


Fig.5-4 栽培株のアルカロイド含量比率
(3年生と6年生)

厚生労働科学研究費補助金(創薬基盤推進研究事業)
研究報告書

能登半島におけるマオウ栽培圃場の構築；志賀町圃場について

研究代表者 御影 雅幸 金沢大学医薬保健研究域薬学系 教授
研究分担者 佐々木陽平 金沢大学医薬保健研究域薬学系 准教授
研究分担者 三宅 克典 金沢大学医薬保健研究域薬学系 助教

研究要旨 日本国内初となるマオウ属植物栽培圃場を構築した。
能登半島各地を調査した結果、石川県羽咋郡志賀町里本江の砂地に
決定した。初年度は *Ephedra sinica* の栽培株 205 個体を約一反
の面積に植え付けた。栽培適地、条件を判断すること、また除草対
策を検討することを目的とした。管理は合同会社菜友館に委託し、
現在 2 年目、経過観察継続中である。

研究協力者 松村 博行 合同会社菜友館
研究協力者 須藤 雅彦 合同会社菜友館

A. 研究目的

本研究は「能登半島における国産麻黄生産拠点の構築」を目的としている。よって、能登半島でのマオウ属植物の栽培を目的とするが、初年度である本年度は苗の生産に重点を置いた。一方、これまでの研究によりすでに保有していた株を試験的に能登の圃場に移植した。

漢方生薬「麻黄」は『第16改正日本薬局方』で、マオウは、*Ephedra sinica* Stapf、*Ephedra intermedia* Schrenk et C. A. Meyer 又は *Ephedra equisetina* Bunge (*Ephedraceae*) の地上茎であると記載されている。さらに、含有成分として、総アルカロイド〔エフェドリン ($C_{10}H_{15}NO$: 165.23) 及びプソイドエフェドリン ($C_{10}H_{15}NO$: 165.23)〕を 0.7% 以上を含むものとされている。

マオウ属植物は鉢による栽培では、栽培年数の経過とともに含有アルカロイドが減少するという問題がある。そのため鉢やワグネルポットでは正しい栽培年数経過によるアルカロイド含量の変化を測定することができない。マオウ属植物の栽培においては栽培特性や管理条件を決

定する必要が地植えによる圃場栽培の必要性が生じていた。

これまで金沢大学医薬保健学域薬学類・創薬科学類附属薬用植物園ではマオウ属植物の種子発芽苗や挿し木法による苗生産法を確立しており、この方法で作成された苗を保有している。今年度は保有する主として 3～4 年生の *Ephedra sinica* の 205 株をまず石川県羽咋郡志賀町里本江に定植した。

もう一点、マオウ属植物の栽培に最も重要な除草対策である。マオウ属植物は背丈が高くなる雑草との共存に弱く、随時、除草する必要がある。圃場栽培を行った際の、実際の状況を確認することも目的とした。

現在、約 1 年目を終え形態的な大きな変化はないものの、その経過観察を報告する。

B. 研究計画

B-1 栽培圃場について

石川県各地の候補から、主要栽培圃場は羽咋郡志賀町里本江に決定した。これは研究協力者である合同会社菜友館の管理する圃場であり、マオウ属植物の管理

も菜友館メンバーにより行なわれた。土壌は山砂に近く、pH 8.73 とややアルカリ性に近い土地であった。

B-2 苗の定植について

平成25年4月17日に *E. sinica* に由来する苗、205株を定植した。全定植株に、管理のために一連の番号を付した。10月28日には全株の生育状況を撮影し、今年度の中国における栽培地での聞き取り調査結果から、その後地上部を刈り取った。

2. 実用新案登録
なし。
3. その他
なし。

C. 結果

C-1 定植株の生育状況について

4月17日に定植した205株のうち、1割弱は枯死した。欠株については、10月5日に補充した。枯死の理由は根の未定着と思われる。株毎の個性は多様であり、深く根を張るもの、ほとんど根を張らないものがみられた。

D. 考察

国内初のマオウ属植物栽培圃場がスタートした。2年目を迎えようとしている段階であるが、生長の良否を判断するには時期尚早である。

E. 結論

圃場栽培を引き続き継続し、今後はさらに環境が異なる圃場に作付けし、課題や対策を見いだす。鉢栽培ではなし得ない状況観察ができています。

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表

1. 論文発表
なし。
2. 学会発表
なし。

H. 知的財産の出願・登録状況 (予定を含む)

1. 特許取得
なし。