

ニンニク (*Allium sativum* L.) 鱗茎部の 含硫化合物成分含量の系統間差異

藤井理恵子*・森光康次郎**・柳野利哉***・野村弘司*・田代 亨*

*三重大学生物資源学部附属農場, **名古屋大学大学院生命農学研究科

***青森県畑作園芸試験場

Qualitative Comparison of Volatile Sulphur Compounds in Bulbs of
Garlic (*Allium sativum* L.) Strains.

Rieko FUJII*, Yasujiro MORIMITU**, Toshiya YANAGINO***,
Hiroshi NOMURA* and Toru TASHIRO*

*Experimental Farm, Faculty of Bioresources, Mie University

**Nagoya university, Graduate School of Bioagricultural Sciences

***Aomori Field Crops and Horticultural Experiment Station

Abstract

Fresh weight and clove number per bulb and diallyl disulfide in bulb were studied in 24 strains of *Allium sativum* L. The diallyl disulfide content of the bulb (percentage of Fukuchi White strain) varied from 10.1 to 570.2, the average being 122.5 and the coefficient of variation 123.1%. The highest value for diallyl disulfide content was for a sample from Aichi Prefecture local strain that had a relative low fresh bulb weight of 12.53 g with a red sheath color. The lowest value was for a sample from Egypt strain that had a low fresh bulb weight of 3.83g with a white sheath color and a high clove number per bulb of 19. There was no significant correlation between the diallyl disulfide content of the bulb and fresh weight and clove number per bulb.

Key Words: garlic • strain • bulb • clove • diallyl disulfide

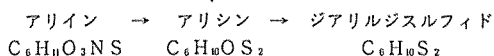
緒 言

ニンニク (*Allium sativum* L.) はユリ科ネギ属に属する。中央アジアに発祥したと言われているが、詳細については不明な点が多い。栽培の歴史は古く、紀元前の古代エジプト、ギリシャなど地中海沿岸地帯で栽培されていたことが記録されている。日本では紀元918年の「本草和名」に栽培の記録が残されていることから、少なくともそれ以前に中国から渡来したと考えられている¹⁰⁾。

ニンニクは古くから、その鱗茎を食用にし、また滋養強壮にも良いといわれ薬用としても用いられていた。ニンニクには特有な臭いがあり、その主成分はアリシン (Allicin) やジアリルジスルフィド (Diallyl disulfide) などの含硫化合物である。アリシンは酵素アリナーゼ (Allinase) の作用により前駆体物質のアリイン (Alliin) から生成される。また、アリシンが還元されるとジアリルジスルフィドを生じる^{1,4,5)}。

アリナーゼ

↓



アリシンは血小板の凝集を阻害作用がある⁷⁾。また、抗菌・殺菌作用があり、ペニシリンやテトラマイシンより強い効力を示す。さらに、アリシンはビタミンB₁と結合し、アリチアミンになる。この物質は活性持続型ビタミンとも呼ばれ、ビタミンB₁の働きを備え、糖質のエネルギー代謝を促進し、疲労回復やストレス解消に効果を示す⁸⁾。ジアリルジスルフィドは抗酸化物質であり、抗ガン作用があり、肝臓の解毒代謝に関係する主要酵素の一つの GST (Glutathione S-transferase) 活性を上昇させ、悪性腫瘍形成を阻害する⁹⁾。ニンニクの鱗茎に含有される含硫化合物の生理機能面での研究は上述したように広範に進められているが遺伝学的・栽培学的研究は未だ不十分である。

本研究はニンニクの鱗茎を磨細、酵素反応後のアリインからの二次生成物であるジアリルジスルフィドをガスクロマト分析法により測定し、含硫化合物含量の系統間差異を検討した内容である。

実験材料および考察

実験材料は第1表に示した24系統を用いた。これらの系統は青森県畑作園芸試験場及び名古屋大学農学部より導入し、一部は国内から収集した。また、比較のため Great-headed garlic (*Allium ampeloprasum* L.) の1系統使用した

第1表 供試ニンニク(*Allium sativum* L.)の系統名及び導入先

番号	系統名	導入先	備考
1	福地ホワイト	青森県畑作園芸試験場	
2	宅州早生	青森県畑作園芸試験場	
3	富良野在来	青森県畑作園芸試験場	
4	韓国暖地	青森県畑作園芸試験場	
5	台湾軟骨	青森県畑作園芸試験場	葉利用
6	山東	青森県畑作園芸試験場	
7	上海	青森県畑作園芸試験場	
8	貴州省	青森県畑作園芸試験場	
9	加州早生	青森県畑作園芸試験場	
10	エジプト	青森県畑作園芸試験場	
11	島ニンニク	沖縄県名護市	市販品
12	島ニンニク(在来)	沖縄県名護市	市販品
13	宅州早生大蒜	栃木県前橋市	市販品
14	スタミナニンニク	愛知県名古屋市中区	市販品
15	韓国	三重大学生物資源学部	
16	韓国(在来)	三重大学生物資源学部	
17	中国	三重大学生物資源学部	
18	Bangladesh(Single)	名古屋大学農学部	
19	Bangladesh(Multipk)	名古屋大学農学部	
20	Bdl	名古屋大学農学部	
22	兵庫・但馬(1)	兵庫県養父郡	栽培種
23	鳥取	鳥取県鳥取市	栽培種
24	鳳来(1)	愛知県南設楽郡鳳来町	在来種
25	鳳来(赤)	愛知県南設楽郡鳳来町	在来種

第2表 供試Great-headed garlic (*Allium ampeloprasum* L.)の系統名及び導入先

番号	系統名	導入先	備考
21	Elephant Garlic	栃木県前橋市	市販品

(第2表)⁹⁾。栽培は1997年10月から1998年6月にかけて三重大学生物資源学部附属農場の圃場で、黒ビニールのマルチ栽培で行った。充実した側球にベンレートT水和剤を粉衣し、㎡当たり12個播種した。基肥は園芸用・IB化成(N:P₂O₅:K₂O=10:10:10)を㎡当たり100g施用した。追肥は基肥と同量(100g)を2回に分けて施肥した³⁾。病虫害防除は全く行わなかった。適期に収穫した材料は充分風乾し、保存して実験に用いた。

分析試料の調整は次の手順に従って行った。鱗茎に50-100mlの蒸留水を加えて磨砕し、ペースト状にして酵素反応を行うために一昼夜室内に放置した。このペースト状磨細物をガーゼ(日本薬局方)で濾過し、濾液を得た。濾液と25-50mlのジエチルエーテルを分液ロートに入れ、攪拌・抽出し静置後、下層部の抽出液(下層溶液1)を回収した。さらに、上層部には25-50mlのジエチルエーテルを加え、再度攪拌・抽出し、下層部の抽出液(下層溶液2)を回収した。この操作を繰り返し上層部の抽出液(上層溶液)と下層部の抽出液(下層溶液3)を回収した。回収した下層溶液1, 2, 3を合わせ、50-100mlのジエチルエーテルを加え、再度上記の操作を繰り返して上層部の抽出液を回収した。この回収液と上層溶液を合わせてジアリルジスルフィドの分析液とした。

調整した分析液は、それと等量の無水硫酸ナトリウム(Na₂SO₄)を加えて、一昼夜室内に放置し脱水後、濾紙(No.2)で濾過した。濾液はロータリエバポレータを用いて濃縮・乾固し、器機分析直前に20mg/mlの割合になるようにジエチルエーテルに溶解した。

ジアリルジスルフィドのガスクロマト(GC)の分析条件は次に示した。機種:島津ガスクロマトグラフ、島津製作所。カラム:fused silica capillary column OV-1(内径0.25mmx30m), J&W SCIENTIFIC INC。カラム温度:50℃で

1 分間保温後、8℃/min. で昇温し、250℃で恒温。注入口温度：270℃。キャリアーガス：ヘリウム、流量1.80ml/min.。スプリット比：1/50。検出器温度：270℃ (FID)。

実験結果および考察

用いたニンニク24系統の鱗茎の外鱗皮色、生体重、側球数及びジアリルジスルフィド含量を第3表に示した。生体重は3.8-86.2g/個体の範囲で平均34.3g/個体であり、変動係数は67.4%であった。側球数は4.0-19.0個の範囲にあり平均8.5個で、変動係数は40.9%であった。外鱗皮色には白色と赤色の2種類であった。ジアリルジスルフィド含量は福地ホワイト種の含量を100とした相対値で示した。ジアリルジスルフィド含量には系統間差異が存在し、鳳来（赤）系統は570.2と最大値を示し、次いで鳳来（白）系統、

鳥取系統が大きい値であった。これに対して、含量の少ないものとしてエジプト系統が10.1と最小値を示し、次いで加州早生系統、韓国系統であった。24系統の平均値は122.5であり、変動係数は123.1%であった。Great-headed garlic (*Allium ampeloprasum* L.) である Elephant garlic は、外鱗皮色が白色であり、生体重は183.8g/個体、側球数8個、ジアリルジスルフィド含量は142.1であり、ニンニクに比べて著しく生体重が高かった（第4表）。

第1図には、鱗茎生体重とジアリルジスルフィド含量との関係を示した。両者間には一定の関係が認められないが、鳳来（赤）系統、鳳来（白）系統、鳥取系統の集団は、生体重が小さくジアリルジスルフィド含量が高い例外的系統群であった。一方 Elephant garlic は鱗茎生体重が重く、ジアリルジスルフィド含量が低い系統に

第3表 ニンニク (*Allium sativum* L.) の鱗茎ジアリルジスルフィド含量

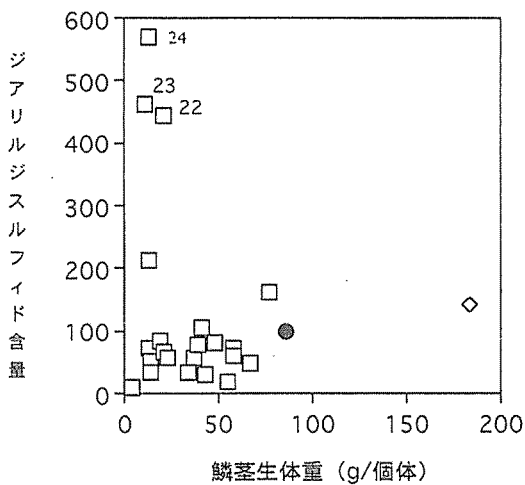
番 号	系 統 名	生体重 g/個体	側 球 数 個数/個体	外鱗皮色	ジアリルジスルフィド含量 ¹⁾
1	福地ホワイト	86.2	6	白	100
2	老州早生	57.9	8	白	71.2
3	富良野在来	66.8	6	白	46.7
4	韓国暖地	22.8	7	白	56.2
5	台湾軟骨	13.3	8	赤	70.9
6	山東	33.9	8	白	31.9
7	上海	18.8	8	白	83.1
8	貴州省	47.9	7	赤	82.4
9	加州早生	55.1	12	白	19.3
10	エジプト	3.8	19	白	10.1
11	島ニンニク	20.5	4	赤	65.5
12	島ニンニク（在来）	14.4	5	赤	32.8
13	老州早生大蒜	57.9	8	白	59.8
14	スタミナニンニク	39.2	7	白	78.9
15	韓国	42.7	10	白	28.6
16	韓国（在来）	37.2	12	白	57.5
17	中国	40.5	9	白	104.7
18	Bangladesh(Single)	13.0	11	白	213.6
19	Bangladesh(Multipk)	14.3	16	白	50.2
20	Bdl	13.6	5	白	37.9
22	兵庫・但馬(1)	77.4	6	白	162.0
23	鳥取	20.8	6	白	444.5
24	鳳来（白）	11.5	8	白	462.8
25	鳳来（赤）	12.5	8	赤	570.2
平均		34.3	8.5		122.5
最大値		86.2	19.0		570.2
最小値		3.8	4.0		10.1
変動係数(%)		67.4	40.9		123.1

1) : ジアリルジスルフィド含量は福地ホワイト(No.1)を100とした時の相対値で示した。

第4表 Great-headed garlic (*Allium ampeloprasum* L.) の鱗茎特性及び鱗茎ジアリルジスルフィド含量

番 号	系 統 名	生体重 g/個体	側 球 数 個数/個体	外鱗皮色	ジアリルジスルフィド含量 ¹⁾
21	Elephant Garlic	183.8	8	白	142.1

1) : ジアリルジスルフィド含量は福地ホワイト(No.1)を100とした時の相対値で示した。

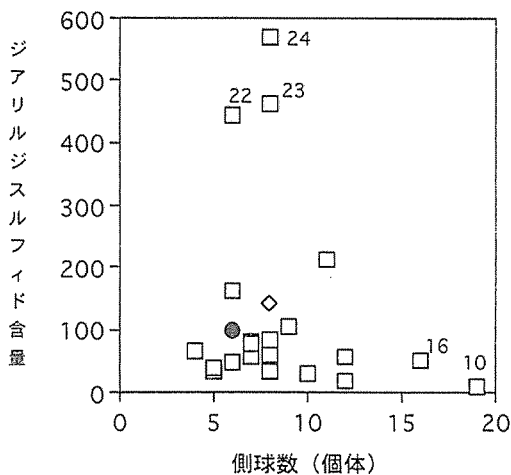


第1図 ニンニクの鱗茎生体重とジアリルジスルフィド含量¹⁾との関係

●: 福地ホワイト □: ニンニク
◇: Great-headed garlic

1) 含量は福地ホワイト(番号1)に対する相対値で示した。

図中の数字は系統番号を示す(第1表)。



第2図 ニンニクの側球数とジアリルジスルフィド含量¹⁾との関係

●: 福地ホワイト □: ニンニク
◇: Great-headed garlic

1) 含量は福地ホワイト(番号1)に対する相対値で示した。

図中の数字は系統番号を示す。

区分された。側球数とジアリルジスルフィド含量との関係を第2図に示した。ジアリルジスルフィド含量は側球数に関わらず一定の範囲に分布したが、鳳来(赤)系統、鳳来(白)系統、鳥取系統の集団は範囲外値を示した。

本実験から、ニンニクのジアリルジスルフィド含量には系統間差異が存在し、その変動幅は極めて大きいことが明らかにされた。また、愛知県の在来種である鳳来(赤)、鳳来(白)系統が特異的に高いジアリルジスルフィド含量を有し、エジプト系統が低ジアリルジスルフィド含量を持つことが示された。このような高低ジアリルジスルフィド含量系統は含硫化学成分育種のための変異幅を拡大する素材として寄与するものと思われる。ニンニクは自家不和合性であり、繁殖はもっぱら鱗茎あるいは珠芽によって行われる²⁾。したがって、風土に根ざして存在するニンニクの在来系統は、多彩な食文化を司る食品素材としてのみならず、遺伝子資源として重要である。今後さらにニンニク遺伝子資源を広範囲に探索・導入・評価することにより、有用系統がさらに見出される可能性が期待された。なお、今回定量したジアリルジスルフィドはアリインの二次代謝産物である。アリインの定量や酵素アリナーゼ活性測定などが今後の検討課題である。

要 約

本研究は、抗酸化物質であり、抗ガン作用を示すジアリルジスルフィドを定量し、その系統間差異を検討した内容である。ジアリルジスルフィド含量は福地ホワイト種の含量を100とした相対値で示した。ジアリルジスルフィド含量には系統間差異が存在し、測定した24系統の平均値は122.5であり、変動係数は123.1%であった。高含量系統として鳳来(赤)が、低含量系統としてエジプトがそれぞれ見出された。ジアリルジスルフィド含量と鱗茎生体重及び側球数との間には、いずれの場合も規則性は認められなかった。今後さらにニンニク遺伝子資源を広範囲に探索・導入・評価することにより、さらに有用系統が見出される可能性が期待された。

参考文献

1. E.ブロック. ニンニクとタマネギの科学. 月刊サイエンス 5, p88-95(1985).
2. ETOH, T. Studies on the sterility in garlic, *Allium sativum* L.. Mem. Fac. Agri. Kagoshima Univ., 21:77-132.
3. 出口正夫・真村彦吉. にんにくの栽培とボアス効果. 農業及び園芸, 33 : 87-88(1958).
4. 刈米達夫. 含硫化合物. 植物成分の化学, 南山堂, p74-75(1953).
5. MIETHING H. HPLC-Analysis of the volatile oil of garlic bulbs. Phytotherapy Research, 2:149-151(1988).
6. 望月恵美子. ニンニクの機能性と品質評価. 日本食品科学工学会関東支部講演要旨, 東京, 13-16(1997).
7. 森光康次郎・川岸瞬郎. 食用植物中の抗血小板・抗炎症物質について. 特集 農産物の持つ成人病予防因子. 食品工業, 10:39-40(1993).
8. 根本幸夫. からだによく効くニンニク健康法. (株) 永岡書店, p63-65(1993).
9. 八鍬利郎. ニンニクその他のネギ類=植物としての特性. 農業技術体系野菜編 8, 農文協, p43-77(1973).
10. 八鍬利郎. ニンニク (蒜). 野菜園芸大百科10, 農文協, p164-172(1994).