

A Study on the Alkaloid Content and Inner Morphology of Aconiti Tuber from Mt. Hakusan

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2019-10-03 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.24517/00055648

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 International License.



御影雅幸*・吉光見稚代*・伊藤 親**：石川県白山産トリカブト属
植物の塊根のアルカロイド含量および内部形態

Masayuki Mikage*, Michiyo Yoshimitsu* and Chikashi Itoh** : A Study on the
Alkaloid Content and Inner Morphology of Aconiti Tuber from Mt. Hakusan

Abstract

Aconitum species from Mt. Hakusan, central Japan, were taxonomically revised by Kadota (1986, 1987), recognizing three taxa; (1) *A. nipponicum* Nakai subsp. *nipponicum* var. *nipponicum*, (2) *A. zigzag* Lév. et Van't. subsp. *ryohakuense* Kadota and (3) *A. ×hakusanense* Nakai [= *A. nipponicum* subsp. *nipponicum* × *A. zigzag* subsp. *ryohakuense*]. It was also clarified that the three taxa are easily discriminated by differences of the pedicel pubescence. In the present study on these taxa, the content of three toxic alkaloids, i. e. aconitine, mesaconitine and hyaconitine, and morphological variations of the underground organs as well as the aerial ones were examined. As the results, following facts were revealed: (1) the materials having more hairs on the pedicels tend to have more amount of alkaloid in the tuber; (2) the toxicity of *A. nipponicum* is stronger than that of *A. zigzag* subsp. *ryohakuense*, and also than that of *A. carmichaeli* Debx. which is commonly used as a medicinal resource in Chinese traditional medicine; (3) the tubers from Mt. Hakusan tend to contain hyaconitine in higher ratio than in *A. carmichaeli*; (4) the daughter tubers taken in August before anthesis show less individual variation of alkaloid content in amount, while the daughter tubers taken in September in anthesis and also mother tubers taken in both August and September show wide ranges of variations, and (5) three taxa examined could not clearly be discriminated each other chemotaxonomically and anatomically, too.

Key words: *Aconitum*, alkaloid, Mt. Hakusan, plant anatomy.

石川県白山に自生するキンボウゲ科トリカブト属植物は、近年、Kadota (1986, 1987) により分類学的整理が行われ、*Aconitum nipponicum* Nakai subsp. *nipponicum* var. *nipponicum* ミヤマトリカブト、*A. zigzag* Lév. et Van't. subsp. *ryohakuense* Kadota リョウハクトリカブト、ならびに両者の推定雑種 *A. ×hakusanense* Nakai [= *A. nipponicum* subsp. *nipponicum* × *A. zigzag* subsp. *ryohakuense*] ハクサントリカブトの3分類群の存在が報告された。

医薬学の領域、とくに中国医学ではトリカブト属植物の塊根は新陳代謝機能回復薬として重要である(難波, 1980; 中薬大辞典, 1977)。母根を「烏頭」、子根を「附子」と称し、活性成分の一つとしてアコニチン系アルカロイドの含有が知られるが、同時に猛毒でもあり、その含有量が市場品によって異なるため使用が困難な生薬となっており、品質の安定化

が望まれている。ヒキノら (1983) は根のアルカロイド成分を指標として、生薬としての採取時期などについて詳細に報告し、採取時期によりアルカロイド成分が変動することを述べている。本研究では白山産の本属植物の薬用価値を調査する目的で、門田が調査した集団のうちの4ヵ所で、それら植物の塊根を開花直前の8月と花と果実を着ける満開期の9月に採集し、塊根に含有されるアルカロイドを分析するとともに、地上部および塊根の形態学的形質との関連をも検討した。なおアルカロイドについては、本属植物の代表的な有毒成分である aconitine (AC), mesaconitine (MA), hyaconitine (HA) の3成分 (以下単に有毒アルカロイドと称する) を測定した。

実験の部

1. 実験材料

*〒 920 金沢市宝町 13-1 金沢大学薬学部 Faculty of Pharmaceutical Sciences, Kanazawa University, 13-1 Takaramachi, Kanazawa 920, Japan.

**〒 113 東京都荒川区東日暮里 4-4-10 株式会社ウチダ和漢薬 Uchida Wakan-yaku, 4-4-10 Higashi-nippori, Arakawa-ku, Tokyo 113, Japan

Table 1. Alkaloid contents of mother and daughter tubers of *Aconitum* spp. from Mt. Hakusan, Ishikawa Prefecture

Plant	SAMPLE Sample number*	Specimen number**	Plant height (cm)	Aconitine (%)	Mesaconitine (%)	Hypaconitine (%)	Total (%)	INNER STRUCTURE*** Cortical Sc. cell	Bundle sheath	Remarks
<i>Aconitum zigzag</i> subsp. <i>ryohakurense</i>	B1-MT (DT)	22452	108	0.052(0.048)	0.142(0.066)	0.076(0.142)	0.270(0.256)	+	+	Collected Aug. 11, 12 1992
	C2-MT (DT)	22458	192	0.047(0.017)	0.343(0.125)	0.109(0.161)	0.499(0.303)	+++	±	
	A1-MT (DT)	22448	77	0.083(0.041)	0.364(0.205)	0.056(0.122)	0.503(0.368)	+++~++++	±	
	Average MT (DT)			0.061(0.035)	0.283(0.132)	0.080(0.142)	0.424(0.309)			
	B2-MT (DT)	22453	130	0.006(0.011)	0.100(0.051)	0.118(0.242)	0.224(0.304)	++	±	
<i>A. × habusamense</i>	[MR, DR]			[N.D., N.D.]	[0.017, 0.019]	[0.101, 0.148]	[0.118, 0.167]			
	A2-MT (DT)	22449	89	0.206(0.057)	0.451(0.128)	0.502(0.376)	1.159(0.561)	++	-	
	B4-MT (DT)	22456	121	0.085(0.080)	0.197(0.134)	0.146(0.235)	0.428(0.449)	++	±(+)	
	[MR, DR]			[0.011, 0.005]	[0.063, 0.030]	[0.126, 0.091]	[0.200, 0.126]			
	A4-MT (DT)	22451	93	0.084(0.036)	0.366(0.115)	0.143(0.105)	0.593(0.256)	+++~++++	-	
Average MT (DT)			0.095(0.046)	0.279(0.107)	0.227(0.240)	0.601(0.393)				
<i>A. nipponicum</i>	C1-MT (DT)	22457	111	0.169(0.059)	0.354(0.116)	0.594(0.282)	1.117(0.457)	++	-	Collected Sept. 2, 3 1992
	A3-MT (DT)	22450	81	0.048(0.064)	0.332(0.208)	0.187(0.192)	0.567(0.464)	+++~++++	++	
	B3-1-MT (DT)	22454	128	0.077(0.021)	0.322(0.101)	0.459(0.340)	0.858(0.462)	+++~++++	+++	
	B3-2-MT (DT)	22455	120	0.051(0.019)	0.207(0.085)	0.399(0.342)	0.657(0.446)	++	+++~++++	
	Average MT (DT)			0.086(0.041)	0.304(0.128)	0.410(0.289)	0.800(0.457)			
<i>A. × habusamense</i>	A13-MT (DT)	22461	111	0.014(0.012)	0.050(0.037)	0.244(0.031)	0.308(0.080)	+++~++++	-	Collected Sept. 2, 3 1992
	D13-MT (DT)	22477	85	0.091(0.080)	0.275(0.185)	0.087(0.166)	0.453(0.431)	++	+	
	C13-MT (DT)	22472	141	0.083(0.100)	0.212(0.190)	0.039(0.093)	0.334(0.383)	+++	-	
	D11-MT (DT)	22475	104	0.017(0.016)	0.078(0.069)	0.501(0.717)	0.596(0.802)	+++	-	
	B13-MT (DT)	22464	112	0.023(0.052)	0.120(0.093)	0.090(0.119)	0.233(0.264)	++	±	
<i>A. nipponicum</i>	A12-MT (DT)	22460	94	0.037(0.043)	0.156(0.109)	0.225(0.375)	0.418(0.527)	++	±	Collected Sept. 2, 3 1992
	A11-MT (DT)	22459	118	0.030(0.009)	0.067(0.027)	0.178(0.081)	0.275(0.117)	+++~++++	±	
	D12-MT (DT)	22476	92	0.089(0.104)	0.379(0.243)	0.119(0.255)	0.587(0.602)	++	+++~++++	
	Average MT (DT)			0.048(0.052)	0.167(0.119)	0.185(0.230)	0.401(0.401)			
	D15-MT (DT)	22480	101	0.064(0.050)	0.399(0.240)	0.159(0.234)	0.622(0.524)	++	-	
<i>A. nipponicum</i>	[DR]			[0.009]	[0.104]	[0.220]	[0.333]			
	D16-MT	22481	80	0.049	0.304	0.112	0.465	+++~++++	±	
	Average MT (DT)			0.057(0.050)	0.352(0.240)	0.136(0.234)	0.544(0.524)			

*Locality: A, near the Kuroboko rock, in a small ravine, 2320m alt.; B, between Zimosuke hut and Nanryu cottage, open slope, 2100m alt.; C, between Betto-deai and Zimosuke hut, open slope in a ravine, 1800m alt.; D, the Masagozaka slope, 2100m alt. MT, mother tuber; MR, fibrous root from mother tuber; DR, daughter tuber; DT, daughter tuber from daughter tuber. **Collector: M. Mikage and M. Yoshimitsu. ***Sc. sclerenchyma. ±, very few; +, few; ++, many; ++++, great many. (see Fig.2)

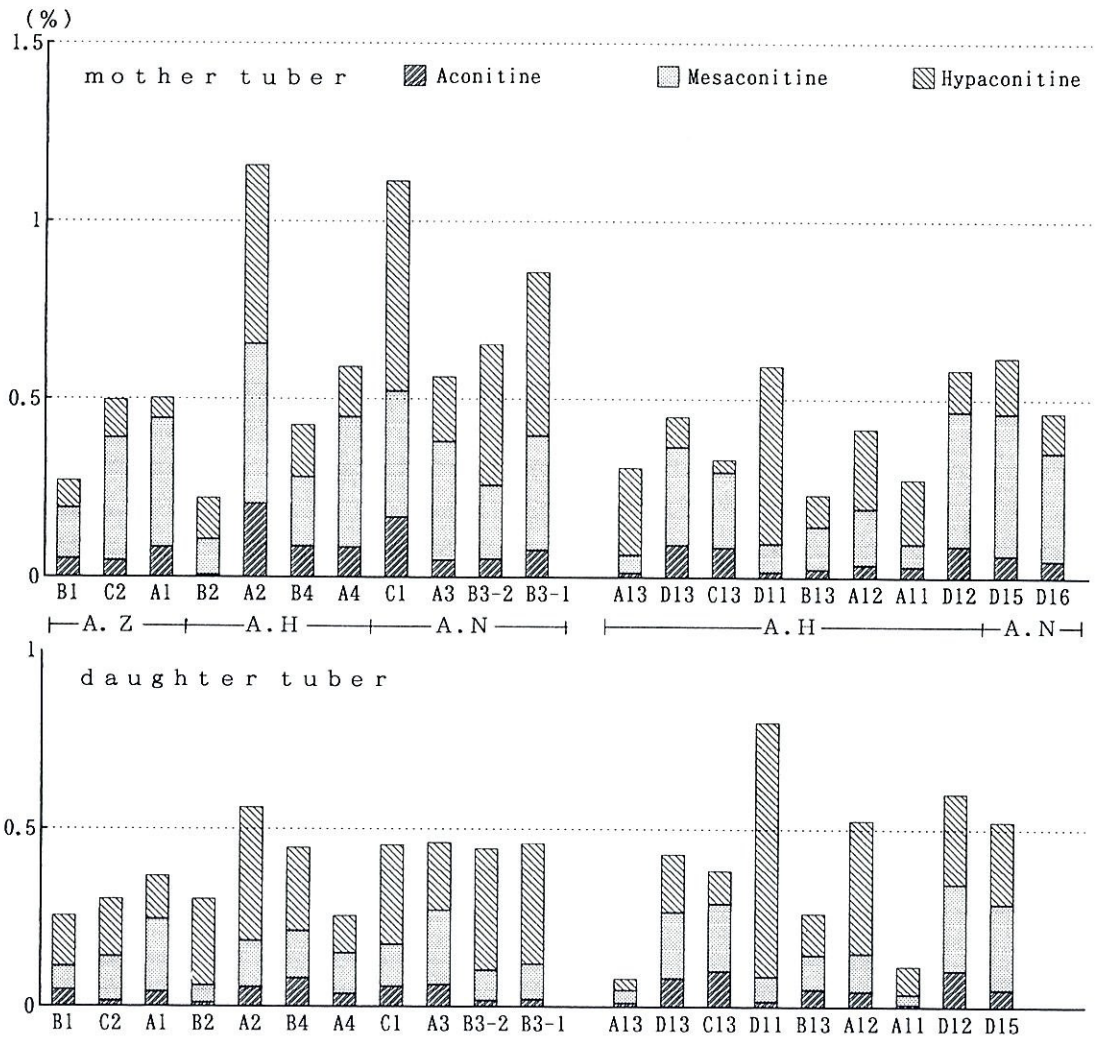


Fig. 1. Bar graph showing total alkaloid content and the ratio of three alkaloids in each tuber. The specimens with the number of single figure (left group) are collected in August, and those with double figures (right group) in September. The materials are arranged by density of hairs on pedicel, the right one of each group has more hairs on the pedicel. A. Z, *Aconitum zigzag* subsp. *ryohakuense*; A. H, *A. × hakusanense*; A. N, *A. nipponicum*.

トリカブト属植物の花梗の屈毛や直毛の有無およびその密度は分類形質として重視されている(田村・難波, 1959, 1960)。しかし白山では Kadota (1986) が報告しているように、1 集団中に花梗に屈毛を密生する株、全くない株、およびその中間形が混生する場所がある。上萼片や蜜弁の形の違いも分類形質として報告されているが、本研究では蕾期の標本もあり、ここでは花梗の毛の密度により、それぞれをミヤマトリカブト、リョウハクトリカブト、およびハクサントリカブトとした。なお、ハクサントリカブトは多型であり、ミヤマトリカブトあるいはリョウハクトリカブトと区別しがたいものも多く認められる。

実験材料の標本データは Table 1 に示す。すべての標本は金沢大学薬学部付附属薬用植物園の標本室 [KANP] に保管されている。

採集した塊根は、母根、子根、それぞれの細根に分離し、母根および子根については3日以内に常法に従って中央部横切面を作成し検鏡用試料とし、残りの部分はそのまま陰乾しアルカロイド測定用試料とした。

2. アルカロイドの分析

1. 分析機器および条件：島津 HPLC システム (ポンプ：LC-6A, 検出器：SPD-6A, カラム：オクタデシルシリル化シリカゲル充填)。移動相：アセトニトリル・水・氷酢酸・SDS (50 : 50 : 0.5 : 0.1)。

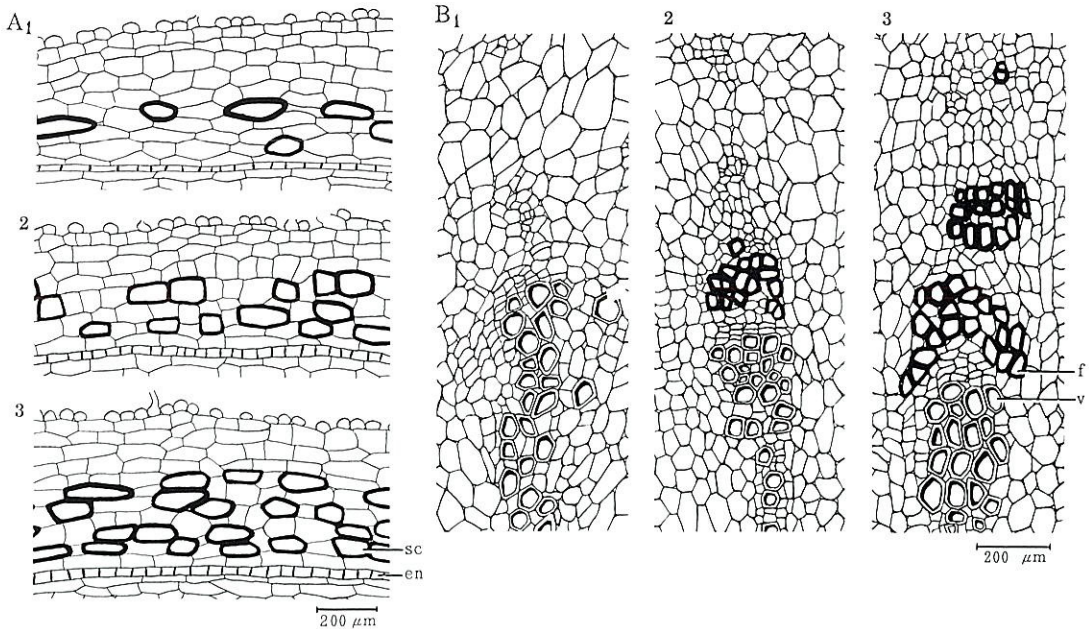


Fig. 2. Drawings of the cortex and vascular bundle of *Aconitum* spp. from Mt. Hakusan, showing the variation of cortical sclerenchyma cells and phloem fibers in amount. A, cortex: 1, mother tuber of B-1; 2, mother tuber of A-2; 3, daughter tuber of C-13. B, vascular bundle of mother tuber: 1, C-1; 2, B-1; 3, A-3.

2. 標準試料: AC はシグマ社製, HA および MA はキシダ化学社製を使用。

3. 試料の調製および分析条件: 分析試料の調製は中野ら (1982) の方法に準じ, アルカロイドをアンモニア・エーテルで抽出し, SEP-PAK 処理を行なった。なお, 個々の検体は重量が少ないので, 試料採取量は 500~1000 mg とし, 分析は 1 回のみ行ない, 乾燥重量換算は行なえなかった。

3. 組織学的研究

母根および子根の中央部横切面について, 日本産 *Aconitum* 属植物の内部形態に関する難波 (1961) の報告を参考に, 主として最外層の細胞, 一次皮層の細胞層数, 一次皮層中の厚膜細胞の形, 大きさ, および数, 内しょう中の厚膜細胞の有無, 形成層輪の形状, 維管束しょうの発達程度などを観察した。

結果および考察

1. 有毒アルカロイドの分析結果 (Table 1)

1) 顕著ではないが, 花梗に毛が多いものに有毒アルカロイド含量が高い傾向が見られた (Fig. 1)。8 月のミヤマトリカブトとリョウハクトリカブトを比較した場合, 母根・子根ともに明らかにミヤマトリカブトの方が有毒アルカロイド含量が高く, その差は HA の含量差に起因していた。なお, ハクサントリカブトは両者の中間の値を示したが, 個体によるばらつきが大きく, 3 分類群をアルカロイド成分

で明確に区別することはできなかった。一方, 単純平均で 3 分類群の毒性を比較すると, 強いものから順に, ミヤマトリカブト, ハクサントリカブト, リョウハクトリカブトであった。また 9 月期のリョウハクトリカブトを実験に供しえなかったが, ミヤマトリカブトとハクサントリカブトを比較すると 8 月期と同様の傾向が認められた。

2) 有毒アルカロイドの組成比について, 薬用に栽培されるハナトリカブト *A. carmichaeli* Debx. の 8, 9 月の母根では $HA > MA > AC$, 子根では $MA > AC > HA$ の順であると報告されている (ヒキノら, 1983)。今回の実験材料に関しては, 8, 9 月とも分析した全ての株で AC 含量が最も低かった。また母根について, リョウハクトリカブトでは 8 月 (蕾期) では明瞭に $HA > MA$ であるが, ミヤマトリカブトでは逆の傾向が見られたが, 全体に個体による変異が大きく, この傾向が種間差であるか否かについては更なる検討が必要であろう。なお, ハナトリカブトに比して白山産の植物は有毒アルカロイド含量が高い傾向にあり, また HA の含量比が高いのが特徴で, 著しく HA が多い株 (A-13, D-11) も認められた。

3) 全体を 1 群として見た場合, 母根における有毒アルカロイド含量は 8 月 (単純平均 0.663%) の方が 9 月 (同 0.429%) より多く, 母根の毒性は蕾期より開花後に低くなることを示唆しており, この傾向はヒキノら (1983) の栽培品のハナトリカブトに関

する報告と概ね一致する。一方、子根では有毒アルカロイド含量は8月(単純平均0.393%)と9月(同0.414%)とではほぼ同様であったが、8月では個体によるばらつきの程度が小さいのに対して、9月では8月の母根に近い大きなばらつきが認められた(Fig. 1)。このことから、開花後の子根における有毒アルカロイドの含量は個体間でのばらつき傾向を保ちながら徐々に増加し、そのまま翌年の母根へと維持されるものと推測される。

4) 附子・烏頭類の採集時期に関しては種々の説がある。すなわち、『名医別録(後漢?)』には附子の項目で「冬に採集したものを附子、春に採集したものを烏頭とする」とし、『四民月例(後漢)』では「烏頭は3月に採集する」とされ、また陶弘景(梁, 500年頃)は「(旧暦)4月に採取する」と記し(以上、唐慎微『経史証類大観本草』から引用)、また近年では附子・烏頭ともに「夏至~小暑(新暦6月下旬から7月上旬)」(中薬大辞典, 1977)とされるなど、古来定説がない。このことは本属植物の地下部の毒性が採集時期により一定していないことが原因とも考えられる。ヒキノら(1983)はハナトリカブトでは冬期に母根の毒性が極めて強くなり、また子根ではaconitine類含量が10月にピークに達するので、本草書に子根を秋に採集するとする説もあることは当を得ていると報告しているが、個体間における毒性のばらつきについては検討されていない。今回の研究結果からは、薬物の安定性を考慮した場合、附子に関しては毒性の強弱に個体差が少ない開花前に採集するのが適していると云え、市場では附子の方が需要が多いことから、『中薬大辞典』に記された近年の採集時期が適当であると判断される。なお本研究では、花のない7月以前また地上部が枯死する10月以降では種の同定が困難であるので検討しなかった。

5) 個々の株では母根と子根の有毒アルカロイド含有パターンはよく似ていた。すなわち、アルカロイド含量は母根に多いものは子根にも多い傾向が認められ、また個々のアルカロイドの組成比も類似していた。

6) 塊根から出る細い根のアルカロイド含量は、母根のもの子根のものともに、それぞれの約1/2~1/3であった。

7) 互いに隣接して生え、地上部の形態的形質が同様であることから、前年の同一母根から生じたと思われる2株(B3-1,2)について検討した結果、内部形態、アルカロイド含量ともにほぼ同様であった。また、別の10株において子根を金沢大学薬学部附属薬用植物園にて栽培し、開花後に花梗の屈毛の有無と密度を観察した結果、前年の株と同様であった。この形質は同一集団内においても株ごとに大きく変異するが、今回の観察結果からは遺伝的な形質であ

ると判断される。

2. 内部形態

8) 母根および子根の中央部横切面を観察した結果、著しい変異が認められた要素は、一次皮層中の厚膜細胞の発達程度(Fig. 2A)、維管束しょうの繊維の発達程度(Fig. 2B)などであった(Table 1)。検討した結果、ミヤマトリカブトでは繊維からなる維管束しょうの発達が著しい傾向が認められたが、全くない株(C-1)もあり、またリョウハクトリカブトにも少量認められること、ハクサントリカブトには多いものとまったくないものがあること、花梗の毛の密度と維管束しょうの発達の間には相関性が認められないこと、また他の形質にも種間差がないことなどから、組織学的に3分類群を区別することは困難であると判断された。また、内部形態と集団、茎高などとの間にも相関性は認められなかった。

9) 内部形態の変異と有毒アルカロイド3種の総量および組成比の変異についても検討したが、有意な相関は認められなかった。

10) 難波(1961)が *A. hakusanense* として報告しているものは、塊根中央部において一次皮層中の厚膜細胞が多く、維管束しょうがないもので、本研究における実験材料のなかでも約半数を占めるタイプである。

本研究の実験材料は自然公園法に基づく許可(環自中許第258号)のもとに採取された。許可取得に便宜をはかっていただいた白山国立公園管理官事務所の半田浩志氏に深謝する。また、標本同定にご教示くださった金沢大学理学部の清水建美教授に深謝する。

引用文献

- ヒキノヒロシ・塩田壽美子・高橋道子・村上美季, 1983. カラトリカブトにおけるアコニチン系アルカロイドの季節的变化. 生薬学雑誌 37: 67-72.
- 江蘇新医学院, 1977. 中薬大辞典, 上冊. 川烏頭 p. 228. 附子 p. 1191. 上海科学技术出版社, 上海.
- Kadota, Y. 1986. *Aconitum* of the Ryohaku Mountain Range, Central Japan—A New subspecies of *A. zigzag* Lévl. et Van't. and the entity of "*A. hakusanense* Nakai". Mem. Natn. Sci. Mus., Tokyo 19: 133-144.
- Kadota, Y. 1987. A Revision of *Aconitum* Subgenus *Aconitum* (Ranunculaceae) of East Asia. i-x viii+1-2 color pls.+1-249 pp+1-65 B/W pls. Sanwa Shoyaku Co. Ltd., Utsunomiya.
- 唐慎微, p. 1100 頃. 経史証類大観本草, (艾晟増訂, 1108, 柯逢時影印, 1904. 卷10, 1丁).
- 中野道晴・山岸喬, 1982. 高速液体クロマトグラフィーによる附子及び烏頭中のアコニチン系アルカロイドの定量. 道衛研所報 32: 21-26.

難波恒雄. 1980. 原色和漢薬図鑑. 上巻. p. 92. 保育社, 大阪.

難波恒雄. 1961. *Aconitum* 属植物の生薬学的研究(2) 日本産附子・烏頭類について, 生薬学雑誌 15: 197.

田村道夫, 難波恒雄. 1959. 日本産トリカブト属の検索表 1. 植物分類, 地理 18: 68-72.

Tamura, M. and Namba T. 1959. *Aconitum* of

Hokkaido and the Kuriles. Sci. Rep. Osaka Univ. 8: 75-109.

Tamura, M. and Namba T. 1960. *Aconitum* of Honshu, Shikoku and Kyushu. Sci. Rep. Osaka Univ. 9: 105-146.

(received December 24, 1993; accepted February 21, 1994)

○御影雅幸*・大坪弘実*: 酸性培養液に対する在来タンポポと帰化タンポポの感受性の相違 Masayuki Mi- kage and Hiromi Ohtsubo: Difference of Sensitivity to Acidity of Culture Solution between Native and Naturalized Species of Genus *Taraxacum* in Japan

在来タンポポと帰化タンポポの養液栽培(水耕)時における培養液の酸性度に対する感受性の違いを知る目的で, ミヤマタンポポ *Taraxacum alpicola* Kitam.とアカミタンポポ *T. laevigatum* DC.を実験材料として検討した. パイオトロン(人工気象器)中, 水素イオン濃度(pH)を変化させた培養液で栽培し, 葉の長さを指標にして成長度を観察した結果, 在来高山種のミヤマタンポポの方が酸性に対する抵抗性が強いという結果が得られた.

1. 実験材料 ミヤマタンポポ: 石川県白山室堂平~山頂間で採取した種子を発芽させ, 8ヵ月間育成した株. アカミタンポポ: 金沢大学薬学部(金沢市宝町)構内自生品1株の根を長さ2cm程度に切り, それぞれから発芽育成した株. 2. 装置および栽培条件 パイオトロン: 日本医科機器 LPH-200-RDS(気温23°C, 湿度60%, 照度葉面10,000~12,000 Lux, 12時間照明). 養液栽培装置: 日本医科機器 WCU-1(11, 終日還流). 3. 培養液 大塚ハウス1号および2号の100倍液を等量づつ, 培養液の電気伝導度が0.7 ms/cmになるよう加えた. pHの調整試薬として, アルカリは1 N-KOH: 1 N-NaOH=1:1, 酸は1 N-H₂SO₄: 1 N-HCl=2:1(以上重量比)を用いた. 4. 実験方法 葉の長さが10 cm以下で生育途上において, 大きさが同程度の株を選択し, 養液栽培装置2基にそれぞれ1種につき2株づつセットした. 2基の装置をそれぞれpH 6.5と4.0に調整して栽培し, 葉の成長を観察した. 葉はある程度生育すると黄変して成長を停止するものがみられた. そこで, セットした日の最長葉の長さ(A)を測定し, 以後ほぼ5日ごとにその時点での最長葉の長さを測定し, Aとの差を求めた. 同時に5 mm以上の葉の枚数をも数えた. その間, 毎日1回pHとECの調節を行い, 10日毎に培養液の全量を交換した. なお, 黄変葉はその都度摘み取った. 5. 結果 葉の成長はアカミタンポポではpH 6.5よりもpH 4.0で明らかに悪かったが, ミヤマタンポポでは顕著な差はみられず, 在来種の方が酸性培養液に対する抵抗性が強いという結果が得られた(Fig. 1). また葉の枚数には顕著な差は認められなかった. 6. まとめ 一般に帰化種は在来種よりも強靱であると考えられる傾向にあるが, 本実験結果から

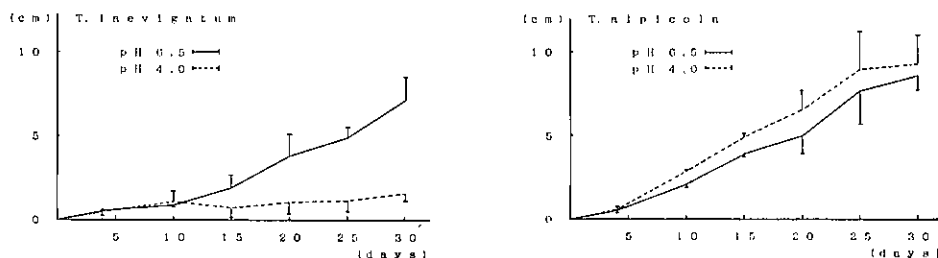


Fig. 1. Relationship between leaf growth and acidity of culture solution in two *Taraxacum* species. The ordinate shows the difference value of the length of the biggest leaf on the measuring day from that on the starting day, and abscissa the days of water cultivation. This figure indicates that Japanese native species is more resistible to acidity of culture solution than naturalized one.

は, 多雨で酸性傾向が強い土壌に育つわが国在来種の方が, 降雨が少なく一般にpHがより高いヨーロッパの土壌に生育する種に比べて, 酸性土壌に対する抵抗性が強いことが推察される. 同様に, 帰化種が人工的な荒地に侵入しやすいのは, より酸性度の強い表土が除去された結果であるとも考えられる. 近年大きな社会問題となっている酸性雨が植物の生育に及ぼす影響は直接的な影響以外にも, 酸により溶出する土壌中のアルミニウムの影響など, 種々の二次的な要因もあると考えられている. 現在さらに他種をも含め, 詳細に検討中である.

(〒920 金沢市宝町13-1 金沢大学薬学部付属薬用植物園 Herbal Garden, Faculty of Pharmaceutical Sciences, Kanazawa University, Kanazawa 920, Japan)