

高知県におけるワサビの辛味成分推移（Ⅱ）

平岡 英一¹⁾, 野村 明²⁾

The Environmental parameters of Wasabi (*Wasabi japonica* MATSUM) cultivation in Kochi Prefecture (Ⅱ)

Hidekazu HIRAOKA¹⁾, Akira NOMURA²⁾

Abstract

The amount of wasabi under commercial cultivation in Kochi prefecture has been declining since its peak in 1976. The main reasons for this have been linked to lower wholesale prices, advanced age of farmers and a decreasing population of wasabi farmers in the area. Currently, the majority of wasabi become non-commercially. As a result, the field has been dilapidated.

We are now investigating the pungency levels of non wasabi-cultivated in dilapidate fields every month in order to better understand the effects of weather and temperature (air and water) on its fluctuations. Our study suggests there is a strong connection between water temperature and pungency levels, in previous research, data have been collected regarding the pungency levels within the leaf, stalk and rhizome of the wasabi plants; However, our data also include information based on the bud and seeds of the wasabi plants. Furthermore, our research detect a possible connection between the bud seeds and origin rhizome to the pungency levels found in the other areas of the wasabi plants.

まえがき

高知県におけるワサビの栽培は従事者の高齢化、卸売価格の低下などにより、昭和51年(1976)をピークに出荷量は低下している。そのため栽培者は減少、自家用を中心とした小規模の管理不十分なものへと変遷していった¹⁾。

この悪条件下(放任栽培)でのワサビについて、辛味成分(アリルイソチアシアネート)の推移を確認すると共に、温度と辛味成分の関係を探る目的で毎月調査を行った。その結果、春の成長期を除いた6~2月は葉と気温、根茎と水温の間に関係のあることが判明した。

またワサビの部位別について葉、葉柄、根茎の辛味成分含有量を追求した資料は多い^{2) 3)}。しか

1) 高知市旭天神町 高知学園短期大学 生活科学学科

2) 高知市布師田 高知県工業技術センター 研究企画部(高知大学大学院客員教授)

し花芽、種子にまで及んだ資料はなく、両方の辛味成分量に何らかの関係のあることが、推察されている²⁾。そこで本調査では開花から結実に至る3～5月の各部分および、親(基)根茎と花芽、種などの辛味成分を分析し、比較検討した。

研究方法

1 野外調査

栽培環境：気温、湧水温、水の溶存酸素を月1回調査した。

- 1) 気温、湧水温は最高最低温度計をワサビ田にある日陰樹の側面、幹内1.5mの高さ(百葉箱想定)と湧水中に設置した。
- 2) 湧水中の溶存酸素測定にはアズワン株式会社製(DO-5509)を測定した。

2 室内実験

成分分析：ワサビの水分、辛味成分(アリルイソチアシオネート)量を測定した。

1) 水分測定

水分含有率は105℃常圧乾燥法でワサビの葉、葉柄、根茎、根、花芽、種子、および茎について測定した。

試料は月1回採集し、根茎付着のまま漬水、5℃に保存。採取の1～2日後に包丁で細かく刻み、0.5～3g程度を定量、分析した。

2) 辛味成分(アリルイソチアシオネート)分析

(1) 検量線作製

① アリルイソチアシオネート(以下AITC)の検量線を求めるため、市販の同試薬0.4～1.0mlを0.1mlごと28%アンモニア水10ml、99.5%エタノール10mlに注入、水で各100mlに定容後、高速液体クロマトグラフィー(HPLC)で分析した。分析条件は(株)島津製作所製LC-10Advpシステムを用い、カラムWaters社製 μ -BONDSPERE150×3.9mm C8、移動相はアセトニトリル/水=50V/50V並びに流速1.0ml/minで試料液を注入後、溶離してきた辛味成分のピーク面積を検量線とした。

② 回収率を確認するため市販のAITC試薬0.1mlを蒸留し、回収量を上と同じ方法で定量した。

(2) 試料分析

試料は月に1回採取し、根茎付着のまま漬水、5℃に保存。水分測定と同時進行で、7日以内にAITC量を分析した。

試料は包丁で細かく刻み、1件当たり0.5～2gを70%エタノールに分散させ、蒸留した。水蒸気に溶解した揮発成分を28%アンモニア10ml及び99.5%エタノール10mlの混液で捕らえ、100ml近くまで蒸留した。それを100mlに定容後、供試液として上記の高速液体クロマトグラフィー(HPLC)で同じ条件の基に分析した。溶離してきた辛味成分のピーク面積を所定濃度の標品の検量線から求めた。

葉、葉柄、根茎など各部の測定を行った。

3 葉の区分

新葉、新柄は葉柄長が20cm未満の葉柄とそれに付着している葉身に限定した。古葉、古柄は20cm以上の葉柄とそれに付着した葉身を当てた。

4 統計処理

分散分析はMicrosoft Office Excel 2003 (11.5612.5606) を使用した。

5 調査期間

平成17年9月～18年8月

6 その他

- 1) 栽培地（調査地）：高知県仁淀川町津江字長藪（標高約500m）
- 2) 栽培様式：流水式
- 3) 栽培ワサビ：沢ワサビ（1964年頃導入静岡ダルマ系）¹⁾

結 果

1 野外調査

ワサビ栽培地での気温、水温、溶存酸素は次のとおりであった。

- 1) 気温：前回の調査で、最低気温は1月～4月にマイナスを示したが、今回は12月～3月に現れ、1ヶ月のずれがあった。測定日は前回と同じでなかったため、若干の誤差が生じたが、概ね昨年と同じ結果¹⁾であった。したがって、ワサビの栽培最適温度は8～18℃であり、25℃を超えると病気が発生、-3℃以下で凍害が現れる⁴⁾ことを考慮すると3～6月、10～11月が最適温度になる。昨年の調査と1ヶ月のずれが生じた以外は、前年と同じ傾向の推移であった¹⁾。
- 2) 水温：栽培適水温は8～18.6℃（最適は12～13℃）、20℃を超すと栽培は不可能といわれている⁵⁾。しかし、この調査で8℃以下になるのは12～5月、18.6℃以上になるのは10月だけで、20℃を超す月はなかった。最も寒くなるのは1～2月であることが推定されていた¹⁾が、この調査からも同じ結果であった。

表1 ワサビ栽培地の気温、水温、溶存酸素 (℃)

年月	木側面気温		木幹内気温		湧水温		溶存酸素量	
	max	min	max	min	max	min	ppm	測定時水温
17.9	22.0	12.0	22.0	12.0	19.0	16.6	7.2	18.0
10	25.0	12.5	25.5	12.5	19.5	15.0	8.0	15.0
11	18.9	5.0	20.0	3.0	16.0	9.5	10.0	10.0
12	13.0	-6.5	13.0	-6.5	10.0	2.5	11.3	3.5
18.1	7.5	-4.0	8.5	-4.0	5.0	2.0	12.6	4.0
2	10.0	-5.0	11.5	-4.5	8.5	2.0	12.1	4.3
3	14.0	-1.0	14.5	-4.5	8.5	4.5	11.6	8.0
4	17.5	2.5	17.5	3.0	8.0	7.5	7.5	8.0
5	22.0	2.5	21.9	2.5	12.5	8.0	—	—
6	23.0	11.5	23.0	8.0	14.0	11.0	8.5	13.0
7	27.5	15.5	26.5	12.5	17.0	12.0	7.5	17.0
8	27.5	19.0	28.5	17.5	18.5	15.0	6.5	17.0
平均	19.0	5.8	19.4	4.3	14.1	8.8	9.3	10.7

3) 溶存酸素：現地調査時(日中)の数値であり、1ヵ月間の平均ではない。

一般に水温が上がると水中の溶存酸素は低くなり、9.5ppm以下になるとワサビは障害が発生しやすくなるといわれる⁶⁾。そのため水温は低い方が望ましく、本調査では11～3月にかけて10ppmを越し、白サビ病の発生などが見られ、栽培には好ましくない状態にあった。

2 室内実験

1) 水分含有率

(1) ワサビ各部位(葉、葉柄、根茎、根)の水分は表2のとおりであった。

この数値は分析時の水分含有率であり、採取から1～2日を経過している。

2～7月にかけて古葉、古柄は欠測しているが、同じ生育状態のため新古の区別がし難く、新葉、新柄として一つにまとめた。

水分含有率を1年の平均で見ると葉柄が最も多く90.8%、次いで葉の87.4%、根茎78.1%、根72.7%と続き、根茎、根は共に70%台であった。

表2 ワサビの部位別水分含有率 (%)

年月	新葉	古葉	新柄	古柄	根茎	根
17.9	89.9	86.5	90.2	80.5	63.3	84.2
10	87.6	86.4	87.6	87.8	72.2	68.1
11	86.2	88.3	91.2	92.3	71.2	75.6
12	90.2	86.6	92.6	94.1	77.0	81.6
18.1	84.0	86.7	90.4	92.0	73.6	77.8
2	85.7	—	92.1	—	77.2	79.7
3	84.8	—	94.5	—	86.9	83.3
4	92.0	—	95.7	—	89.0	86.9
5	90.7	—	92.4	—	85.9	84.6
6	89.1	—	91.3	—	78.0	82.0
7	85.1	—	85.1	—	71.7	77.5
8	88.1	88.0	90.1	86.0	76.9	84.7
平均	87.6	87.2	91.2	90.4	78.1	72.7
	87.4		90.8			

(2) 花芽、種子等の水分

表3には、従来の葉、葉柄とは別に親(基)の根茎から、新たに発生した花芽、種子、葉、葉柄、茎の水分含有率を示した。現地では3月に発芽、続いて開花が起り、5月に結実した。種子は鞘を含めた水分率である。

花芽の水分は初期(3月)84.7%であったが、開花が進んだ4月は88.2%と多くなった。この傾向は葉、葉柄においても同じであった。

表3 春季に発生した花芽、種子、葉、葉柄の水分含有率 (%)

年月/部位	花芽	種子	葉	葉柄	茎
18.3	84.7	—	84.6	92.7	93.9
4	88.2	—	90.6	94.9	93.7
5	—	83.2	91.2	95.5	93.8

2) 辛味成分

(1) 検量線の作製

① AITC検量線

辛味成分の分析に先立ち、市販のAITCで検量線を作製し、「 $Y=0.1X+0.3$ 」を導いた（重相関0.998958、重決定0.997917、1%有意）。

YはAITCの量、Xは倍率数値を示す。

表4 AITCの検量線分析表

倍率量	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
面積量	294425	388488	463867	522837	605784	687593	756431

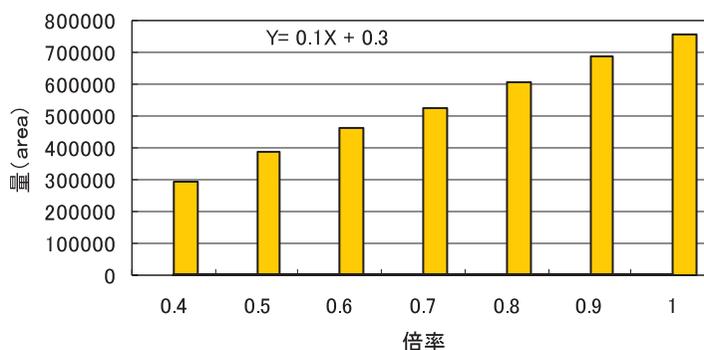


図1 AITC検量

② AITC回収率

市販のAITC1ml（比重1.022g）を蒸留し、その検量値（700995）を上記式「 $Y=0.1X+0.3$ 」に挿入すると1.000995mg%となり、ほぼ100%の回収率であった。

(2) 辛味成分の分析

① ワサビ葉、葉柄、根茎、根のAITC含有量

辛味成分としてAITCを分析、結果を表5、6に示した。

8月分のAITC測定中、HPLCのRetention Timeに原因不明の異常が生じた。数値を検討の結果、異常が認められないのでそのまま使用した。

表5 生ワサビ各部のAITC含有率 (mg%/100g)

月/部位	新葉	古葉	新柄	古柄	根茎	根	合計
17.9	45.9	31.5	30.8	59.3	99.4	101.7	176.1
10	50.0	18.8	50.5	19.2	156.4	121.2	256.9
11	122.9	35.9	60.6	25.9	181.0	210.4	364.5
12	78.1	18.0	34.2	13.6	197.5	134.7	309.8
18.1	114.3	44.4	34.8	35.4	238.8	177.4	387.9
2	144.1	—	51.0	—	211.2	162.0	406.3
3	79.3	—	22.3	—	75.9	163.0	177.5
4	43.3	—	10.1	—	90.7	77.4	144.1
5	58.8	—	21.8	—	157.2	102.1	237.8

月／部位	新葉	古葉	新柄	古柄	根茎	根	合計
6	49.0	—	37.3	—	260.1	194.8	346.4
7	49.0	42.5	39.5	20.8	202.0	37.2	290.5
8	21.1	10.6	52.1	41.6	167.8	184.0	241.0
平均	75.9	31.9	40.5	30.8	185.3	151.4	278.4
	53.9		35.7				

合計は新葉、新柄、根茎の計である。

A 部位別

生ワサビの1年平均で最もAITCが多くなったのは、根茎(185.3mg%)、根(151.4mg%)、次いで葉(53.9mg%)、葉柄(35.7mg%)であった。一般にAITC量は葉柄より葉に多いが、古くなった葉(31.9mg%)は、新しい葉柄(40.5mg%)よりも低値であった。

B 月別

AITC量が最も多くなった月は、新葉2月、新葉柄11月、根茎6月、根は11月であった。他の資料では、葉、葉柄、根茎が1～2月で最も高くなると推定されているが²⁾、この項目に合わせた合計では、1月(387.9mg%)、2月(406.3mg%)と同じように高くなった(表5合計欄)。

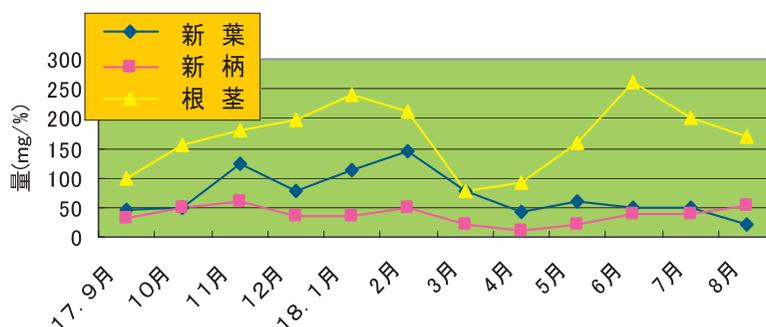


図2 生ワサビ各部AITC量推移

C 発芽に伴う変化

AITC量は発芽が始まる3月から5月にかけて、一般的に低下するといわれている²⁾。当結果においても、新葉は3月から低下した。葉柄では4月最低値になった後、上昇。根茎では3、4月の春季に低下、根については4月に最低となった。このように時期に若干の違いはあるが、各部でAITC量の春季減少が見られた。

表6 乾燥ワサビ各部のAITC含有量 (mg%/100g)

年月／部位	新葉	古葉	新柄	古柄	根茎	根
17.9	457.6	227.2	315.8	386.4	274.6	373.1
10	400.0	137.9	406.5	157.7	490.4	338.1
11	893.0	306.6	691.4	338.0	628.3	621.4
12	792.2	134.2	455.5	229.6	861.2	531.1
18.1	716.1	357.0	363.3	444.3	906.7	598.0

年月/部位	新葉	古葉	新柄	古柄	根茎	根
2	921.3	—	647.0	—	927.8	823.2
3	521.1	—	404.7	—	579.0	619.8
4	448.7	—	222.3	—	823.0	521.2
5	448.8	—	287.2	—	1,113.2	647.2
6	447.7	—	427.5	—	1,181.6	785.2
7	329.4	284.7	306.0	168.4	712.9	327.7
8	180.0	88.4	525.7	297.7	725.0	502.8
平均	561.7	219.4	421.1	288.9	768.6	739.5
	390.5		355.0			

②芽ワサビの花芽、種子、軸、葉、葉柄のAITC含有量

これら調査対象物は親(基)の根茎から発芽した新しい茎、葉、葉柄、芽である。

AITC量は出芽開始の3月に花芽、葉、葉柄、茎で高く、4、5月と進むにつれ低下した。特に葉、茎について急激な減少が認められた(表7)。

表7 花芽、種子などのAITC含有量 (mg%/100g)

年月/部位	花芽	種子	葉	葉柄	茎
18.3	101.8	—	107.2	6.6	87.8
4	81.5	—	21.3	5.3	3.7
5	消失	32.2	11.8	5.0	9.4

花芽は開花した花と芽、また種子は種子と鞘を含めた。

考 察

1 ワサビ部位とAITC量

高知県内で調べられたワサビのAITC量は年間を通じ、ダルマ種の林内栽培で、葉(20~40mg%)、葉柄(35~50mg%)、根茎(30~115mg%)とも、時期により変動が激しいといわれている²⁾。当調査結果(表5)の根茎では200mg%以上の高い月(1、2、6、7月)があり、年平均でも185.3mg%と非常に高くなっている。これは当根茎の重量が10g程度と小さいのに対し、一般にダルマ種は無肥料でも30g以上になる。当ワサビは、何代にもわたって栽培が繰り返された結果、退化現象が起これ、根茎が小さくなったと思われる⁷⁾。肥大性の優れた品種・系統ほどAITC量の少ない傾向があるという報告⁸⁾からも、このように高い数値となったのではないかと考える。

また、高知県内のワサビを調査した資料²⁾によると葉のAITC量は50mg%以下であるが、本結果は100mg%以上の高い数値になった(表5)。これは新葉の値であり、古葉は44.4mg%が最高(1月)である。したがって、高知県内試料はどの部分を採集したかによりAITC量の結果が異なると考えられ、採取部位によっては、非常に高い含有量にもなる。

2 ワサビAITCと温度

栽培に適する気温は8~18℃、水温は8~18.6℃(最適12~13℃)といわれている⁴⁾。しかし、温度と辛味量(AITC)の関係を追求した報告は見当たらないため、本研究の結果(表1、5、6)

を基に解析しこれらの関係を探った。

しかし、本研究では最高と最低気温しか調査してないので両者を平均し、これを気温の代表として(表9)、AITC量との相関係数を求めた。

1年で気温が最も高くなる8月から寒くなる2月にかけて気温は下がるが、これと逆にAITCは上がってくる。そこで期間との関係を見るため、7、9ヵ月間と1ヵ年に分けて相関係数を求めた。

この調査は17年9月から翌年の8月にかけて行ったが、開花、結実した18年3～5月をはさむ形となるため、18年の6～8月は17年の9月の前に移行し、6～2月の連続した月に直し計算した。その結果、

- (1) 相関があるといわれる0.4以上になった項目は、生、乾物とも新葉と根茎のみで、これを表8に示した。
- (2) 生の新葉では年間を通して各区で0.6以上の数値が得られ、温度の影響を受けている。木側面測定の平均気温(0.781)が木幹温(0.730)、湧水温(0.713)より高く、大気の水温が大きく影響し、開花期を除いた9ヵ月間では特に強い相関(0.837)があった。
- (3) 生の根茎では、7ヵ月間の温度各区とAITC量間に0.8以上の相関が見られ、温度(気温、水温)の影響を受けている。この表の中では、湧水温間に最も高い数値(0.878)が得られ、1%の有意差がある。したがって、生根茎のAITC量は水温の影響が強かった。
- (4) 期間別では、生葉の場合1ヵ年、各区で0.6以上の相関が見られた。7ヵ月(0.785)と9ヵ月(0.790)ではほぼ同じ平均値であった。生根茎では、7ヵ月間で各区0.8以上の強い相関が得られた。中でも湧水温との間は0.878という高い数値となった。すなわち発芽から初夏の5ヵ月間を除いた7ヵ月間は水温の影響が大きかった。
- (5) 乾物換算での相関係数は、各期間で生ワサビと同じ傾向にあった。

表8 温度と生・乾燥ワサビ部位別AITC量の相関係数

相関係数 計算期間	温度測定 場 所	生		乾 物	
		新 葉	根 茎	新 葉	根 茎
1ヵ年 (6～5月)	木 側 温	0.686 ⁵	—	0.725 ¹	—
	木 幹 温	0.630 ⁵	—	0.690 ⁵	—
	湧 水 温	0.629 ⁵	—	0.629 ⁵	—
	平 均	0.648	—	0.681	—
9ヵ月 (6～2月) (除開花期)	木 側 温	0.837 ¹	0.511	0.858 ¹	0.496
	木 幹 温	0.787 ⁵	0.542	0.840 ¹	0.503
	湧 水 温	0.747 ⁵	0.685 ⁵	0.734 ⁵	0.671
	平 均	0.790	0.579	0.811	0.557
7ヵ月 (8～2月) (除開花期初夏)	木 側 温	0.820 ⁵	0.857 ⁵	0.833 ⁵	0.814 ⁵
	木 幹 温	0.773 ⁵	0.825 ⁵	0.823 ⁵	0.761 ⁵
	湧 水 温	0.762 ⁵	0.878 ¹	0.745	0.861 ⁵
	平 均	0.785	0.853	0.800	0.812
平 均	木 側 温	0.781	—	0.805	—
	木 幹 温	0.730	—	0.784	—
	湧 水 温	0.713	—	0.703	—

右肩の1、5は有意差を示す。木側、木幹温は気温、湧水温は水温を示す。0.4以上の相関係数のみ示した(古葉、新柄、古柄は0.4未満であった)。

表9 各項目の最高・最低温度平均 (°C)

測地	9月	10	11	12	18.1	2	3	4	5	6	7	8
木側	22.8	18.8	12.0	3.3	1.8	2.5	6.5	4.8	12.3	17.3	21.5	23.3
木幹	21.0	19.0	11.5	3.3	2.3	7.0	5.8	5.5	12.2	15.5	19.5	23.0
湧水	17.8	17.3	12.8	6.3	3.5	5.3	6.5	7.8	10.3	11.5	14.5	16.0
平均	20.5	18.4	12.1	4.3	2.5	4.9	6.3	6.0	11.6	14.8	18.5	20.8

以上のことから、ワサビの葉、根茎のAITC量は、気温あるいは水温の影響を受けている。中でも①葉と気温（6、8～2月）、②根茎と水温（6、8～2月）間に強い関係のあることが判明した。

3 発芽によるAITC量の変化（参考）

表5、10より親（基）葉と根茎のAITC量について、現地で発芽の見られない1、2月に比べ、発芽が始まった3月は葉（79.3mg%）、根茎（75.9mg%）と急激に減少した。小計（葉、葉柄、根茎、根）では1月565.3mg%、2月568.3mg%とほぼ同じであるのに対し、3月は340.5mg%と減少、同月に発生した発芽部分を加えた合計では643.9mg%と増加した。

1月に測定した一部のワサビを3月まで冷蔵庫内（5～10°C）で、山の水を10日に1回入れ替え、時々庫外で日光に当て栽培した。その結果、この冷蔵庫区は小計が400.4mg%であった。

この結果は、現地の3月小計340.5mg%より大きく、発芽した部分も入れた643.9mg%より小さい。

庫内は野外のように光合成が十分でなく、野外と環境が異なるため、発芽は見られずこのように低下したのではないかと考える。

従来より言われている通り、発芽、開花などの影響を受け、親（基）の根茎、葉のAITC量が減少した²⁾ことも関係しているのかも知れない。

表10 冷蔵庫栽培のワサビ辛味（AITC）量 (mg%)

	月	葉	葉柄	根茎	根	小計	芽葉	芽	芽柄	芽茎	合計
現地	1月	114.3	34.8	238.8	177.4	565.3	—	—	—	—	565.3
	2月	144.1	51.0	211.2	162.0	568.3	—	—	—	—	568.3
	3月	79.3	22.3	75.9	163.0	340.5	107.2	101.8	6.6	87.8	643.9
冷	3月	122.5	23.0	151.6	103.4	400.4	—	—	—	—	400.4

芽葉は新発生の茎付着の葉。芽柄は新発生の茎付着の葉柄。芽茎は新発生の茎。（表5と同内容）。冷は冷蔵庫内栽培。

要 約

ワサビ栽培地の環境温度（気、水温など）とワサビの葉、根茎、花芽、種子など辛味成分（AITC）量を調査し、温度による変化、両者の関係（相関）について検討した。

- (1) 栽培環境としての気温、水温など数値は昨年の調査結果とほぼ同じであった（表1）。
- (2) 葉、根茎など各部のAITC量は根茎が最も多く、次いで根、葉、葉柄の順序であるが、葉も古くなると新葉柄に劣った（表5）。
- (3) 葉のAITC量と温度の相関係数は、8ヵ月間は生乾物とも木側面温度が木幹温度、湧水温度よ

り高い数値となった(表8)。

- (4) 生根茎AITC量と温度との間には、7ヵ月間(8~2月)で木側(0.857)、木幹(0.825)、湧水(0.878)に0.8以上の高い相関が得られた。
- (5) 発芽から結実までの期間(3~5月)、特に3月は親(基)根茎のAITC量が減少し(表5)、同月、部位別では葉、花芽次いで茎の順位で多かった(表7)。その後、各部位は4、5月に減少し、5月に結実した種子(5月)は葉、葉柄、茎より多くのAITCを含有していることが判明した(表7)。

引用文献

- 1) 平岡英一 邑岡麻子 野村 明 高知県におけるワサビの栽培環境と成分(I) 高知学園短期大学紀要第36号 87~96(2005)
- 2) 久武睦夫 わさびの収穫時期、品種、栽培地および施肥による辛味成分の差異 高知県工業試験場報告 第16号 39~40(1985)
- 3) Masakazu Hara ,Mochizuki K.,Kaneko S.,Iiyama T.,Ina t.,Etoh H.,and Kuboi T. Changes in Pungent Components of Two Wasabica MATSUM.Cultivars during the Cultivation Period Food Sci. Technol. Res., 9(3) 288~291(2003)
- 4) 星野佳功 ワサビ栽培から加工・売り方まで (社)農山漁村分化協会 39~43(2003)
- 5) 星野佳功 ワサビ栽培から加工・売り方まで (社)農山漁村分化協会 36~37(2003)
- 6) 足立昭三 ワサビの形態と生理 農業および園芸 第63巻 第5号 637 養賢堂 (1998)
- 7) 伊奈健宏 わさびの育種 農業および園芸 第70巻 第1号 48 養賢堂(1985)
- 8) 荒川 博、伊奈健宏、松浦英之、大場聖司、種石 弘、中根 健 ワサビ品種。系統における辛味成分とその部位別分布 静岡県農業試験場研究報告書 第46号 40(2001)

参考文献

- 1) 木苗直秀、小嶋 操、古群美千代 ワサビのすべて 学会出版センター(2006)
(2006年9月25日受付;2006年11月30日受理)