

昆布の水抽出におけるうま味成分(グルタミン酸)の溶出挙動と加工の影響

2018年9月16日作成

2018年9月13日実施

【グルタミン酸の定量法】

グルタミン酸オキシダーゼ法(4-アミノアンチピリンフェノール法)を用いて、基質となるグルタミン酸の濃度を測定する。

反応液の調製

(1) 酵素活性プレミックス液((a):(b):(c):(d)=21:1:1:1 の割合で調製する)

(a) 100 mM リン酸カリウム緩衝液(pH 7.4)

(b) 15 mM 4-アミノアンチピリン溶液

(c) 50 mM フェノール溶液

(d) 300 U/ml ペルオキシダーゼ溶液

(2) L-グルタミン酸オキシダーゼ溶液(原液(10 U/ml)を100倍希釈(100 mU/ml)して使用)

(1)液 8 容に(2)液 1 容を加えた反応液を微量チューブ(2.2 mL)に 0.9 mL ずつ分注する(室温 25°C)。

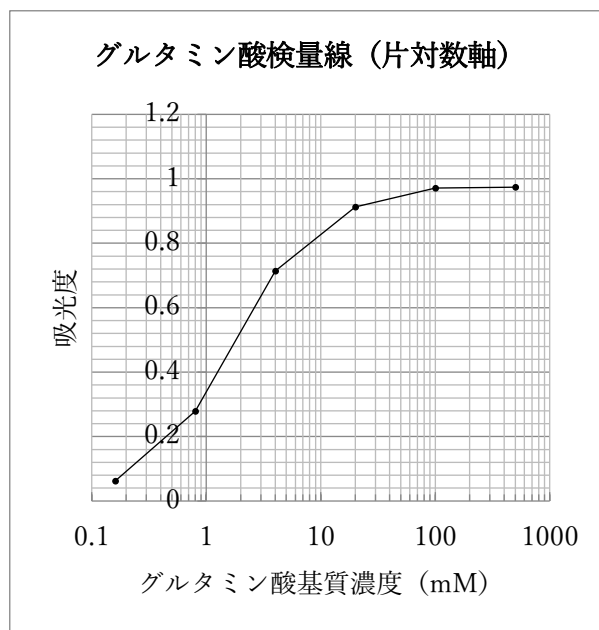
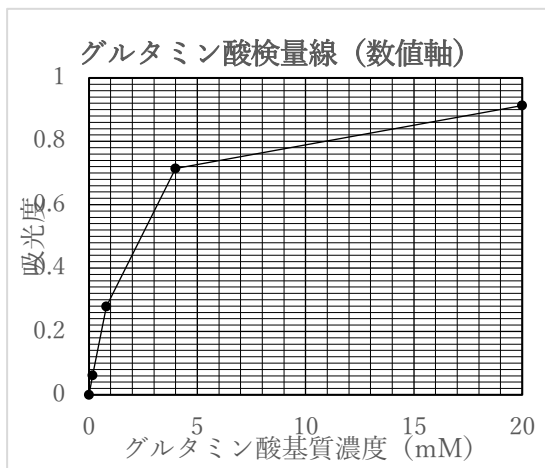
反応

反応液(0.9 mL)を入れた微量チューブに、基質試料(L-グルタミン酸標準液(0.16, 0.8, 4, 20, 100, 500 mMまたは昆布抽出液)の0.1 mlを添加し、室温(25°C)で反応を開始する。

室温(25°C)で20分間インキュベートし、分光光度計用キュベットに移して、505 nmにおける吸光度を測定する。

試料中のグルタミン酸濃度の算出

L-グルタミン酸標準液で作成した検量線(下に数値軸(左図)または片対数軸(右図)で表した検量線を示す。自在定規で曲線化しておく。)を用いて、試料の吸光度からグルタミン酸基質濃度を読み取る。



【昆布抽出液中のグルタミン酸の定量】

試料

- (1)料理用の乾燥した真昆布(2018年8月28日(株)瀬戸プレスフーズから入手):以下、“真昆布そのまま”と表記。使用にあたっては、根元に近いところで、中央部(厚い)や周辺部(薄い)を約2cm角に切って、均等にその4枚から1.00gになるよう秤量し、50mLチューブに入れた(各処理温度に対して3本用意)。
- (2)同じ真昆布を焼成加工し、2~3mmの破砕片としたもの:以下、“焼成加工昆布パフ”と表記。この標品の1.00gを秤量し、50mLチューブに入れた(各処理温度に対して3本用意)。

抽出操作

真昆布(“真昆布そのまま”および“焼成加工昆布パフ”のそれぞれ1.00gを入れた50mLチューブ3本ずつ)にそれぞれ水(水道水。常温水(26°C)または温水(60°C))50mLを加えて(いずれも昆布含量は2%)とし、室温または60°Cインキュベーター中で抽出した。いずれも3本ずつ用意し、時々振盪混和しながら、15分、30分、1時間後にそれぞれのチューブから1mLを採取し、ティッシュペーパーの小片を先端部に詰めた綿栓ろ過型ピペットに添加し、得られたろ液を測定用試料とした。採取時間ごとに、“真昆布そのまま”および“焼成加工昆布パフ”からの抽出液3本ずつを調製した。

試料中のグルタミン酸定量

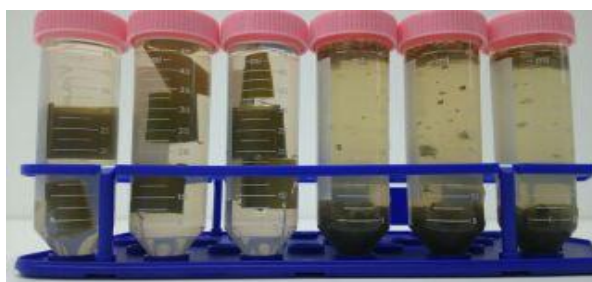
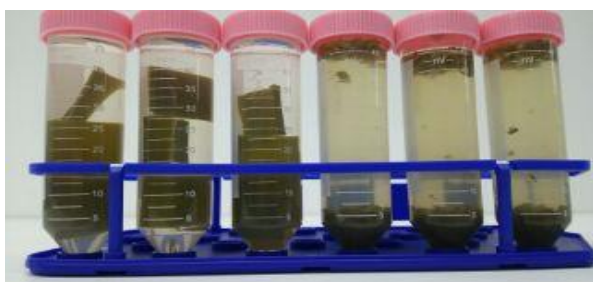
【グルタミン酸の定量法】に従って測定した。

抽出液の色調(写真)

(1)抽出15分後・・・常温水(25°C)

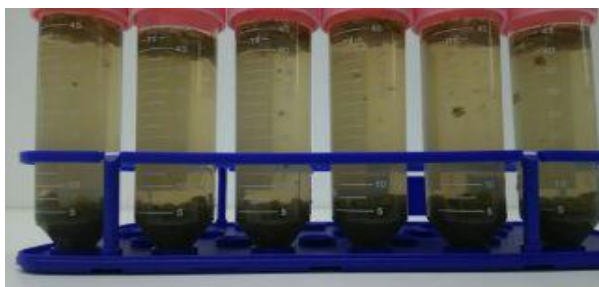
(2)抽出30分後・・・常温水(25°C)

(左3本“真昆布そのまま”;右3本“焼成加工昆布パフ”) (左3本“真昆布そのまま”;右3本“焼成加工昆布パフ”)



(3)抽出60分後・・・“焼成加工昆布パフ”

(左3本 常温水(25°C);右3本 温水(60°C))



“真昆布そのまま”の抽出液は、両温度とも時間が経っても目視的には差はなく無色透明であるが、“焼成加工昆布パフ”は15分でも少しの濁りと黄色味がみられ、その色合いは時間とともに若干増すように感じた。ただ、抽出温度での差は殆どなかった。

昆布抽出液中のグルタミン酸濃度の測定

グルタミン酸検量線

検量線は、試料測定と合わせて同一の反応液を用いて測定した値から、L-グルタミン酸の 0.16～20 mM の範囲で数値軸または片対数軸ともに自在定規を用いて近似曲線化した。両検量線は添付資料として付ける。

結果:各試料のグルタミン酸濃度の測定

各群 3 本ずつの抽出用チューブを用いたので、各データは同一のチューブから経時的に採取された試料に対応する。各試料のグルタミン酸オキシダーゼ法による吸光度を表 1 に示す。なお、吸光度(平均)欄を設けているが、各吸光度は個別にグルタミン酸基質濃度に対応するため、吸光度の平均値を求めても意味をなさないため、空欄とする。

表 1 昆布抽出液試料のグルタミン酸オキシダーゼ法における吸光度

	常温水(26°C)抽出				温水(60°C)抽出			
	真昆布そのまま		焼成加工昆布パフ		真昆布そのまま		焼成加工昆布パフ	
抽出時間	吸光度	吸光度(平均)	吸光度	吸光度(平均)	吸光度	吸光度(平均)	吸光度	吸光度(平均)
15 分	0.426		0.621		0.397		0.625	
	0.388		0.621		0.274		0.627	
	0.415		0.6		0.329		0.625	
30 分	0.47		0.644		0.369		0.634	
	0.451		0.643		0.284		0.628	
	0.416		0.62		0.303		0.635	
1 時間	0.417		0.649		0.358		0.638	
	0.418		0.646		0.251		0.636	
	0.358		0.64		0.326		0.651	

表 1 の吸光度から検量線(今回は数値軸検量線を用いた)で求めた各試料のグルタミン酸濃度を表 2 に示す。

表 2 昆布抽出液試料のグルタミン酸濃度(mM)

	常温水(26°C)抽出				温水(60°C)抽出			
	真昆布そのまま		焼成加工昆布パフ		真昆布そのまま		焼成加工昆布パフ	
抽出時間	グルタミン酸濃度(mM)	(平均)	グルタミン酸濃度(mM)	(平均)	グルタミン酸濃度(mM)	(平均)	グルタミン酸濃度(mM)	(平均)
15 分	1.66	1.57	3.53	3.45	1.49	1.18	3.62	3.63
	1.44		3.53		0.93		3.64	
	1.6		3.29		1.11		3.64	
30 分	2	1.8	3.82	3.74	1.33	1.09	3.71	3.68
	1.77		3.86		0.93		3.65	
	1.62		3.53		1		3.68	
1 時間	1.64	1.52	3.94	3.88	1.27	1.06	3.75	3.79
	1.64		3.93		0.82		3.68	
	1.29		3.77		1.09		3.93	

“真昆布そのまま”および“焼成加工昆布パフ”を用いて、常温水(26℃)または温水(60℃)で抽出した試料中のグルタミン酸濃度を抽出時間(15分、30分、1時間)ごとに各点3検体の平均値をまとめ(表3)、図1に示す。

表3 グルタミン酸濃度(mM):各点3検体分析の平均値

抽出時間	常温水(26℃)抽出		温水(60℃)抽出	
	真昆布そのまま	焼成加工昆布パフ	真昆布そのまま	焼成加工昆布パフ
15分	1.57	3.45	1.18	3.63
30分	1.8	3.74	1.09	3.68
1時間	1.52	3.88	1.06	3.79

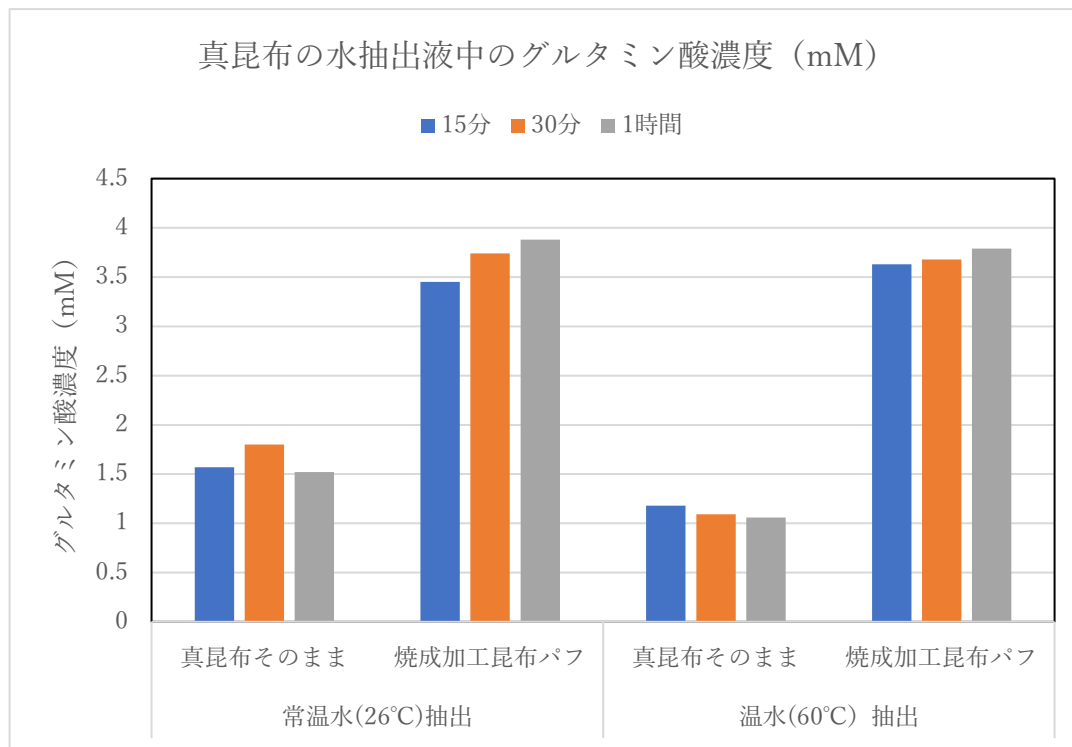


図1 真昆布の水抽出液中のグルタミン酸濃度(mM):各点3検体の平均

常温水で抽出した場合、“真昆布そのまま”では15分で濃度1.5mMのグルタミン酸抽出水となり、それ以降の抽出時間の経過でもグルタミン酸の溶出量は殆ど増えなかった。一方、“焼成加工昆布パフ”では15分で約3.5mMのグルタミン酸溶出がみられ、それ以降も若干の濃度増加がみられた。この結果から、常温での抽出では、“焼成加工昆布パフ”の方が“真昆布そのまま”より2倍以上の濃度のグルタミン酸溶液が得られることになった。

また、温水(60℃)では、“真昆布そのまま”では15分で1mMほどのグルタミン酸濃度で常温の場合よりも低く、時間が経過すると若干の減少が認められた。一方、“焼成加工昆布パフ”では15分で約3.5mMのグルタミン酸溶出がみられ、それ以降も若干の増加がみられた。この結果は、常温での抽出とほぼ同等であった。

これらの結果を総合すると、“真昆布そのまま”からのグルタミン酸溶出では、常温水の方が温水より抽出効率が高いこと、抽出時間も15分で十分であることが明らかである。しかし、“焼成加工昆布パフ”からのグルタミン酸溶出では、常温水と温水の抽出効率はほぼ同じであること、抽出時間も15分で十分であること、そしてその濃度は“真昆布そのまま”を使う場合の2倍以上であることが明らかになった。

結論として、昆布だしの調製にあたっては、うま味成分であるグルタミン酸の濃度から見て、“焼成加工昆布パフ”は“真昆布そのまま”を用いるより高濃度のグルタミン酸溶液を調製できること、さらに常温水（例えば水道水）を用いても 15 分浸すだけで充分であることが明らかになった。

考察

例えば、一般的な昆布だしの取りかたについて、ネット上での情報には以下のようなものがみられる。『水 1 リットルに対して 30 グラムを使用し(3%相当)、(1) 水に入れ冷蔵庫で 3 時間、(2) 同 10 時間、(3) 同 24 時間、(4) 60 度の恒温器で 1 時間、(5) 水から沸騰直前(80 度)まで中火で 5 分加熱、(6) (5)の後 1 時間放置—の 6 通りの方法でだしを取った。(1)(2)(3)は水だけ(冷蔵庫の中)で取った「水だし」、(5)は昔ながらの方法で取っただし。その結果、最もグルタミン酸が多かったのは(4)で、60 度 1 時間の抽出で最もうま味が引き出されるというのは本当でした。次いで多かったのは(2)▽(3)▽(5)▽(6)▽(1)—の順でした。』この中で、抽出効果には時間依存性は殆ど見られていない。



この情報と同じように、今回の抽出実験でも時間依存性は見られず、いずれの条件ともにほぼ 15 分で十分であることが分かった。両温度ともに時間依存的な溶出量の上昇がみられない(逆に低下する場合もある)ことは、溶出効率がグルタミン酸自体の分解(酵素)などの影響で相殺されることも示唆しているため、昆布だしの調製は予想外に短時間での抽出が効果的であるといえる。

今回の結果からは、“焼成加工昆布パフ”からのグルタミン酸の溶出は、“昆布そのまま”よりはるかに優れており、常温水(室温)を用いて短時間(15 分)行うことが最も効果的であることがわかる。ただし、“焼成加工昆布パフ”からの抽出液の外観(色調)で分かるように、抽出液には若干の色(黄色)が付く。これは抽出効率が高いため、グルタミン酸の量が多いことのほかに他成分などの溶出も起こっていることを示唆している。これが「うま味」にどのように影響するかは、次の課題である。

【追加1】今回のデータを基にした、昆布だし(水抽出)中のグルタミン酸量の別の表記

今回の実験は、「真昆布未加工(そのまま)」と「真昆布焼成加工パフ」のそれぞれ 1.00 g を水(26°Cおよび 60°C)50 mL に一定時間(15分、30分、1時間)浸して、グルタミン酸を抽出したものである。グルタミン酸 1mM=143.17 mg/L であるため、各抽出液中のグルタミン酸濃度(mM、表 3)を抽出液(だしに相当) 100 mL あたりのグルタミン酸量(mg、表 4)、および昆布 1 g から抽出されたグルタミン酸量(mg、表 5)として表すと以下ようになる。

なお、前頁の考察で示した「昆布だしの取り方」などで示される単位(mg/100 g)とは、昆布 100 g のことではなく、だし 100 g (=100 mL)あたりのグルタミン酸量と考えられる。そのため、表 4 で示した値は他の情報等が出てくる濃度表記と実質的にはほぼ同じとして扱ってよい。つまり、“**焼成加工昆布パフ**”を用いれば、**短時間(15分)かつ水抽出(20~30°C)で高濃度のグルタミン酸含有だしをとることができる**といえる。

表 4 抽出液 100 mL あたりのグルタミン酸量(mg/100 mL)

抽出時間	常温水(26°C)抽出		温水(60°C)抽出	
	真昆布そのまま	焼成加工昆布パフ	真昆布そのまま	焼成加工昆布パフ
15分	22.5	49.4	16.9	52
30分	25.8	53.5	15.6	52.7
1時間	21.8	55.5	15.2	54.3

表 5 昆布 1 g から抽出されたグルタミン酸量(mg)

抽出時間	常温水(26°C)抽出		温水(60°C)抽出	
	真昆布そのまま	焼成加工昆布パフ	真昆布そのまま	焼成加工昆布パフ
15分	11.3	24.7	8.5	26
30分	12.9	26.8	7.8	26.4
1時間	10.9	27.8	7.6	27.2

【追加2】実験:2018年8月28日実施分(前回報告した分)

真昆布(2018年8月28日入手。パフの原料)を使用した。真昆布そのまま、およびそれを焼成加工したパフのそれぞれ 1.00 g に水(常温水(28°C)または温水(60°C))50 mL を加えて 2%とし、室温または 60°Cインキュベーター中で抽出した(各条件につき 1本ずつ)。15分、30分、1時間、2時間後にそれぞれの試料液から 1 mL を採取し、ティッシュペーパーで作った綿栓ろ過ピペットを通過したろ液を使って、酵素反応(20分)でグルタミン酸の定量を行った(それぞれ 1検体の分析)。

吸光度のデータを表 6 に、検量線から求めたグルタミン酸濃度(mM)を表 7 に示す。

表 6 昆布抽出液試料のグルタミン酸オキシダーゼ法における吸光度

抽出時間	常温水(28℃)抽出		温水(60℃)抽出	
	真昆布そのま のまま	焼成加工昆 布パフ	真昆布そ のまま	焼成加工 昆布パフ
15分	0.495	0.653	0.293	0.669
30分	0.518	0.68	0.08	0.688
1時間	0.528	0.696	0.086	0.703
2時間	0.437	0.699	0.089	0.719

表 7 昆布抽出液試料のグルタミン酸濃度 (mM)

抽出時間	常温水(28℃)抽出		温水(60℃)抽出	
	真昆布そ のまま	焼成加工 昆布パフ	真昆布そ のまま	焼成加工 昆布パフ
15分	1.6	2.95	0.85	3.15
30分	1.7	3.3	0.2	3.4
1時間	1.8	3.5	0.25	3.65
2時間	1.25	3.55	0.25	4

“真昆布そのまま”および“焼成加工昆布パフ”を用いて、常温水(28℃)または温水(60℃)で抽出した試料中のグルタミン酸濃度を抽出時間(15分、30分、1時間、2時間)ごとの各点1検体の値から図2に示す。

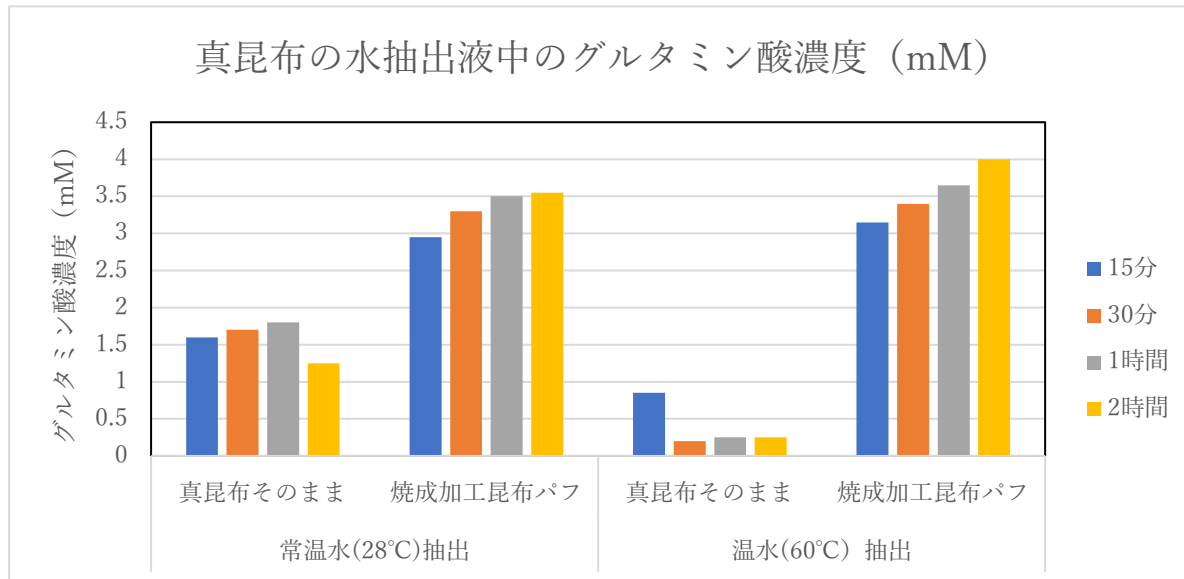


図 2 真昆布の水抽出液中のグルタミン酸濃度 (mM) : 各点1検体分析

今回の結果(図1に示した)と比較して、温水(60℃)抽出の30分以降を除いて、殆ど同じグルタミン酸濃度と抽出傾向を示しており、本実験結果には再現性が認められる。