

食品の遊離アミノ酸の研究(第4報)

キャベツ中の遊離アミノ酸の季節的変動および

その貯蔵中における変化

辻 恵美子, 畑 ひろみ, 安福 英子

Studies on the Free Amino Acid in Food (Part 4)

The Seasonal Change of and the Effect of Storage
on the Free Amino Acid Content of Cabbage

Emiko Tsuji, Hiromi Hata and Hideko Yasufuku

I. 緒 言

キャベツ(甘藍)はアブラナ科に属し, 学名 *Brassica oleracea* L. var. *capitata* L. と称し, 別名, カンラン, オランダナとも呼ばれている。原産地は, 地中海沿岸といわれ, 日本に渡来したのは弘化・安政の頃(1860年頃)といわれている。

キャベツは, 1~2年生の草本で比較的冷涼な気候を好み, 結球適温が20°C前後であるため, 春と秋に結球し, この時期に多く栽培されている。高冷地や寒地では夏の間が適温となるため, キャベツは一年中生産され利用されている。

キャベツの成分の特徴は塩基性アミノ酸(リジン等)を多く含み, その他, 糖質, イオウを含み, ビタミン類としては, ビタミンC, ビタミンB, ビタミンU等に富んでいる。

キャベツの研究は, 種々に報告されているが, 遊離アミノ酸についての報告はみられない。そこでキャベツの遊離アミノ酸について, 季節的变化, 紫キャベツとの比較, 貯蔵中の変化等を検討するため, 実験を行った。

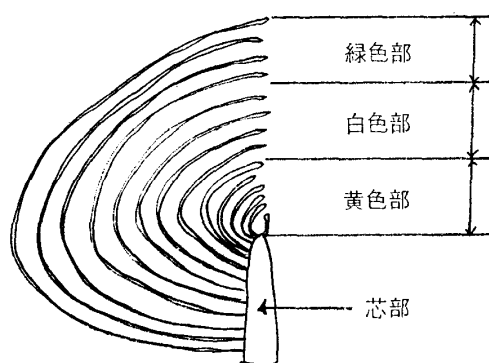
II. 実験の部

A. 新鮮キャベツの遊離アミノ酸の季節的变化

1. 試料

京都市南区で栽培され, 収穫直後のものを使用した。

夏キャベツ 7月上旬 約 1.3 kg 程度
秋キャベツ 11月上旬 約 1 kg 程度
部位は, 次に示す如く4部位に分け, 試料とした。



2. 試料液の調製

a. 試料の表面の水分を除き, 細切り, 混合して約 5g を三角フラスコに採取, 正確に秤量する。75%エチルアルコール20 mlを加え湯浴上で20分間加熱抽出し, 濾過後再び75%エチルアルコールを20 ml加え同様に抽出を行い濾液はすべて減圧濃縮する。

b. 濃縮液は蒸留水で20 mlに定容し, そのうち10 mlをホールペットで分取し, エチルエーテル10 mlを加え一夜放置した後, エチルエーテルを除き, 減圧乾固する。濃縮物は, 0.02N-HClで溶解10 mlのメスフラスコで定容し, 濾過後濾液は調製試料として, 凍結保存した。

c. 凍結調製試料は, 低温で解凍後10 μlを, 835型日立アミノ酸分析計にて定量した。

3. アミノ酸分析条件

高分離分析法

- 1. カラム 4×150 mm
- 2. 緩衝液流速 0.225 ml/min
- 3. ニンヒドリン流速 0.3 ml/min
- 4. カラム温度 53°C
- 5. 分析時間 103分

アミノ酸のうちスレオニンの含量が多かったので、加水分解を行なった(6N-HCl, 110°C, 24時間)。その結果、スレオニン残存率は12.3%であった。一方、標準アミノ酸についても同様に加水分解を行い、スレオニンの加水分解による損失率を求め、分析値より求めた値の52.5%をスレオニン量として算出した。

4. 窒素の測定

測定方法 ミクロケルダール法

試料の分解

A-2-bの方法により調製した試料(20 mlに定容)より5 mlを分解フラスコにとり、硫酸20 ml・触媒3gを加え、10時間加熱分解後、ミクロケルダール法にしたがって定量した。

B. 紫キャベツの遊離アミノ酸

1. 試料採取

9月下旬に、小売店にて新鮮なもの(約0.8kg)を購入し試料とした。

部位は、上記のAと同様に4部位とした。

2. 試料の調製, 3. アミノ酸分析条件, 4. 窒素の測定は、A-2, A-3, A-4と同様に行った。

C. キャベツの遊離アミノ酸の貯蔵による変化

1. 試料

京都市南区において、11月中旬に収穫されたもの(約0.9kg)3個をそれぞれ4つに分割し、ラップに包み、冷蔵庫・孵卵器に貯蔵し、各キャベツの4分の1ずつを取り出し、3個分を合わせて、試料とした。

貯蔵条件

1) 冷蔵庫

- 場所 最下段の野菜ボックス
- 期間 10日間・20日間・30日間
- 温度 3°C

2) 孵卵器

- 場所 孵卵器内
- 期間 10日間・17日間(腐敗寸前)
- 温度 20°C

部位は上記のAと同様に4部位とした。2. 試料の調製, 3. アミノ酸分析条件, 4. 窒素の測定は、A-2, A-3, A-4と同様に行った。

III. 結 果

夏キャベツと秋キャベツの分析の結果、各部位の遊

表1 夏キャベツの遊離アミノ酸(mg/Ng)

	緑色部	白色部	黄色部	芯部	平均
Asp.	69	86	93	119	92
Thr.	87	155	313	177	183
Ser.	29	50	98	78	64
Glu.	102	134	170	212	155
Gly.	10	15	14	15	14
Ala.	32	45	68	78	56
Cys.	44	51	37	40	43
Var.	27	31	39	40	34
Met.	5	9	7	5	7
Ileu.	16	19	20	20	19
Leu.	9	11	15	11	12
Tyr.	6	8	5	8	7
Phe.	2	5	5	—	4
Lys.	4	6	8	7	6
His.	92	96	105	23	79
Arg.	9	21	37	30	24
Prp.	56	19	11	23	27
Total	599	761	1,045	886	826

表2 秋キャベツの遊離アミノ酸(mg/Ng)

	緑色部	白色部	黄色部	芯部	平均
Asp.	135	135	94	187	138
Thr.	417	497	382	491	447
Ser.	74	97	102	111	96
Glu.	143	203	208	381	234
Gly.	12	14	14	18	15
Ala.	115	153	235	202	176
Cys.	19	21	18	22	20
Val.	49	69	85	116	80
Met.	13	14	12	9	12
Ileu.	25	39	65	58	47
Leu.	15	17	16	15	16
Tyr.	11	12	8	16	12
Phe.	16	27	52	32	32
Lys.	9	18	36	7	18
His.	107	130	126	109	118
Arg.	185	136	155	72	137
Pro.	93	164	162	69	122
Total	1,438	1,764	1,770	1,915	1,720

表3 紫キャベツの遊離アミノ酸 (mg/Ng)

	緑色部	白色部	黄色部	芯部	平均
Asp.	222	183	123	196	181
Thr.	452	427	350	210	360
Ser.	231	207	135	157	183
Glu.	218	175	111	214	180
Gly.	27	23	13	23	22
Ala.	269	260	151	218	225
Cys.	27	18	8	8	15
Var.	141	125	105	214	146
Met.	9	18	14	5	12
Ileu.	96	109	109	194	127
Leu.	31	42	38	62	43
Tyr.	26	32	22	64	36
Phe.	20	17	18	83	35
Lys.	18	22	18	24	21
His.	119	104	95	54	93
Arg.	220	219	162	270	218
Pro.	28	24	14	16	21
Total	2,154	2,005	1,486	2,012	1,918

離アミノ酸量は表1, 表2に示す通りである。

キャベツに存在している遊離アミノ酸は17種類で、含有量の多いアミノ酸は、スレオニン (Thr.)・グルタミン酸 (Glu.)・アスパラギン酸 (Asp.)・アラニン (Ala.)・ヒスチジン (His.) で、次いでアルギニン (Arg.)・プロリン (Pro.)・セリン (Ser.)。少ないアミノ酸は、バリン (Val.)・システイン (Cys.)・イソロイシン (Ileu.)・ロイシン (Leu.)・フェニールアラニン (Phe.)・リジン (Lys.)・グリシン (Gly.)・メチオニン (Met.)・チロシン (Tyr.) である。

その他、不明のピークが2個認められた。

遊離アミノ酸の季節による変化を、各部位の平均値と比較すると、図1に示す通りである。Cys. を除きすべてのアミノ酸が、秋キャベツの方に約2倍多く含まれている。特に、Thr. (2.4倍)・Ala. (3.1倍)・Arg. (5.7倍)・Pro. (4.5倍) の増加が、著しい。

主に味に関係のあるアミノ酸について、各部位を比較すると、Thr. は夏では黄色部に最も多いが、秋では緑色部、白色部にも多い。Ser. においては夏は黄色部に多いが、秋は緑色部が少なく他は、各部位とも同様に含まれている。Glu. は夏、秋ともに、芯部に多い。Ala. は夏は芯部に、秋は黄色部に多い。His. はあまり差がないが、夏の芯部が非常に少ない。Arg. においては、夏は黄色部に多いが、秋は緑色部が最も多

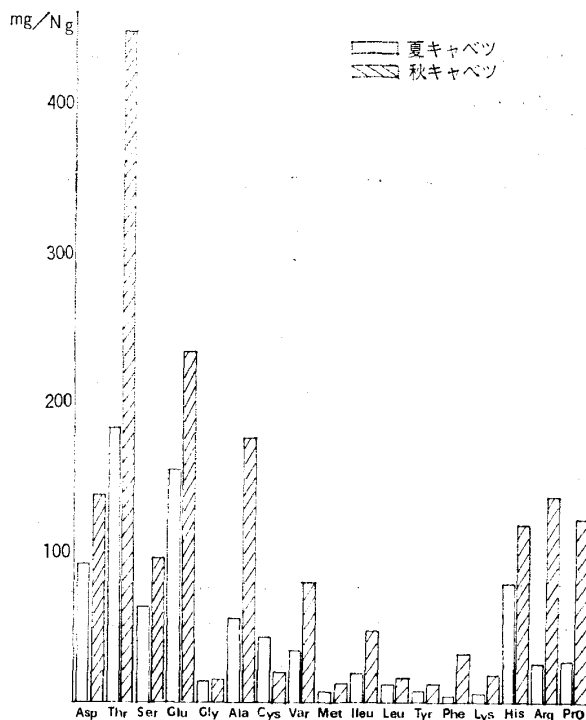


Fig. 1 夏キャベツ, 秋キャベツの遊離アミノ酸

くなっている。Pro. は、夏は緑色部に、秋は白色部と黄色部に多い。Asp. は、夏・秋ともに、芯部の含有量が多い。

トータルアミノ酸量を部位別で比較すると、夏・秋とも、黄色部・芯部に多く含まれているが、秋になる

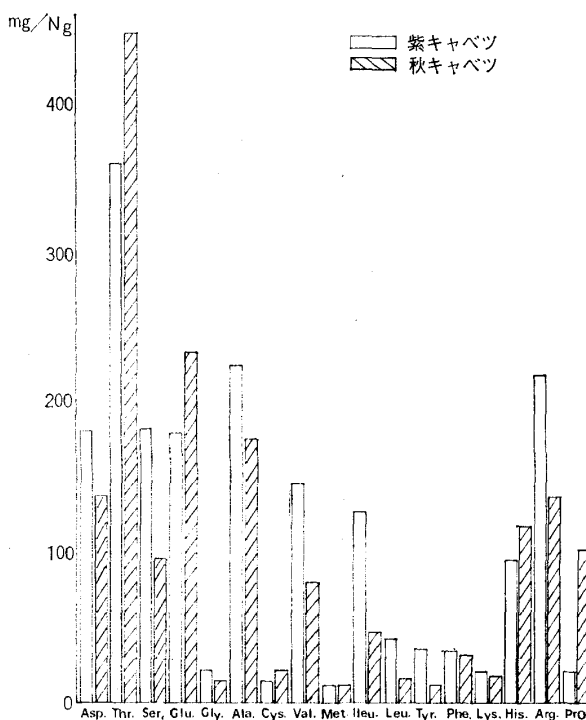


Fig. 2 夏キャベツ, 秋キャベツの遊離アミノ酸

と白色部の量も多くなり、キャベツのおいしさを増す要因の一つとして、遊離アミノ酸量が関連しているものと思われる。

B. 紫キャベツ

紫キャベツについても、緑色キャベツと同じアミノ酸の存在が認められたが、紫キャベツの遊離アミノ酸量を秋キャベツと比較すると、図2に示す通りである。Ser. (1.9倍)・Ala. (1.3倍)・Val. (1.8倍)・Ileu. (2.7倍)・Arg. (1.6倍)が特に紫キャベツに多く含まれ、反対に、Thr.・Gru.・Pro. では、それぞれ80%・77%・17%、秋キャベツより減少している。

C. 貯蔵による変動

貯蔵したキャベツの遊離アミノ酸の変動は、表4・表5・表6・表7に示す通りである。特に変動の著しい遊離アミノ酸は、Asp.・Thr.・Ser.・Glu.・Ala.・Arg.・Pro. であり図3から図9に示す通りである。

Asp. は3℃のものは、芯部を除き、一度増加し再び減少している。芯部では、47%減少している。20℃のものは、ほぼすべて増加し、約45~95%の増加を示している。Thr. においても、貯蔵により20~60%減少しており、特に芯部の減少が大きい。しかし緑色部では、3℃で30日目、20℃で17日目になると増加の傾向を示している。Ser. は、3℃で約1.5倍、20℃で約

2.7倍に増加しているが、芯部では、3℃で30日目、20℃で17日目になると減少している。Glu. は、3℃では約40~50%の減少を示しているが、20℃ではあまり変化がなく、芯部では約30%減少している。Ala. は、3℃では緑色部で26%その他の部位では約50%の減少を示している。20℃では、緑色部と白色部では約30%の増加がみられ、黄色部・芯部でも、17日目には増加している。Arg. は、3℃では芯部で約5倍に増加している。その他の部位でも20日目までは減少しているが、その後増加している。20℃でも、ほぼ増加の傾向を示し、特に、黄色部 (2.4倍)・芯部 (6.2倍) の増加が著しい。Pro. は、3℃では、黄色部 (2.3倍)・芯部 (5.8倍)、20℃では黄色部 (2.7倍) の増加が特に多い。

IV. 要 約

Ser.・Thr.・Ala.・Pro. は甘味に関与したアミノ酸としてあげられるが、キャベツの遊離アミノ酸のうち、これらのアミノ酸の量が多く含まれ、特に秋キャベツは、夏キャベツにくらべ、Thr.・Ala.・Pro. などが多く、秋場のキャベツが、夏場のものに比べて、甘味を感じることに関係しているものと思われる。また、旨味成分であるAsp.・Glu. も多く含まれ、キャベツの

表4 緑色部における遊離アミノ酸の変化 (mg/Ng)

	冷 蔵 庫 (3℃)				孵 卵 器 (20℃)		
	新 鮮	10日目	20日目	30日目	新 鮮	10日目	20日目
Asp.	135	156	138	128	124	173	178
Thr.	417	370	311	337	359	337	385
Ser.	74	107	101	113	85	167	200
Glu.	143	141	81	82	128	128	153
Gly.	12	13	6	6	14	18	22
Ala.	115	107	83	85	107	144	144
Cys.	19	14	—	—	16	17	—
Val.	49	63	67	67	52	94	109
Met.	13	12	3	5	9	10	7
Ileu.	25	29	18	16	30	55	44
Leu.	15	14	9	8	17	40	20
Tyr.	11	6	—	—	10	26	17
Phe.	16	16	12	18	14	32	24
Lys.	9	11	—	3	15	19	14
His.	107	94	91	98	91	91	114
Arg.	185	166	35	75	150	171	154
Pro.	93	89	51	83	107	140	137
Total	1,438	1,408	1,006	1,124	1,328	1,662	1,722

表5 白色部における遊離アミノ酸の変化 (mg/Ng)

	冷 蔵 庫 (3°C)				孵 卵 器 (20°C)		
	新 鮮	10日目	20日目	30日目	新 鮮	10日目	17日目
Asp.	135	164	155	134	97	180	187
Thr.	497	431	401	330	431	393	331
Ser.	97	133	128	140	82	181	221
Glu.	203	158	122	126	159	148	155
Gly.	14	10	6	8	13	20	22
Ala.	153	77	83	89	113	154	137
Cys.	21	15	—	—	17	17	—
Val.	69	76	123	92	55	103	125
Met.	14	13	7	6	13	14	8
Ileu.	39	34	39	31	34	65	52
Leu.	17	17	14	10	16	51	29
Tyr.	12	10	11	5	6	28	18
Phe.	27	19	30	27	20	35	26
Lys.	18	15	15	7	16	24	18
His.	130	108	105	90	101	102	110
Arg.	136	185	39	169	119	156	173
Pro.	164	199	117	156	146	212	221
Total	1,746	1,664	1,395	1,420	1,438	1,883	1,833

表6 黄色部における遊離アミノ酸の変化 (mg/Ng)

	冷 蔵 庫 (3°C)				孵 卵 器 (20°C)		
	新 鮮	10日目	20日目	30日目	新 鮮	10日目	17日目
Asp.	94	157	163	99	77	156	151
Thr.	382	296	290	229	303	250	209
Ser.	102	160	171	131	77	161	225
Glu.	208	170	198	124	154	103	138
Gly.	14	9	4	2	10	15	18
Ala.	235	106	135	127	149	107	148
Cys.	18	—	—	—	12	13	—
Var.	85	109	144	113	43	80	105
Met.	12	16	10	12	8	10	8
Ileu.	65	64	90	65	25	42	56
Leu.	16	23	20	14	9	32	28
Tyr.	8	7	14	6	6	17	18
Phe.	52	40	93	42	12	23	29
Lys.	36	20	5	3	11	12	23
His.	125	99	97	78	91	65	94
Arg.	155	135	65	85	111	134	227
Pro.	162	264	185	369	149	179	353
Total	1,740	1,675	1,684	1,499	1,247	1,399	1,830

表7 芯部における遊離アミノ酸の変化 (mg/Ng)

	冷 蔵 庫 (3℃)				孵 卵 器 (20℃)		
	新 鮮	10日目	20日目	30日目	新 鮮	10日目	17日目
Asp.	187	115	127	100	117	189	189
Thr.	492	287	229	212	411	306	246
Ser.	111	102	130	132	89	160	134
Glu.	381	198	222	182	289	221	198
Gly.	18	9	9	9	16	18	19
Ala.	202	110	94	90	171	85	103
Cys.	22	13	—	—	16	15	—
Var.	116	91	157	135	84	102	128
Met.	9	27	6	8	8	8	4
Ileu.	58	86	116	117	42	92	90
Leu.	15	19	19	19	14	40	30
Tyr.	16	6	14	9	13	29	31
Phe.	32	31	59	33	23	34	27
Lys.	7	16	11	12	7	21	26
His.	109	71	74	83	82	85	85
Arg.	72	103	228	341	43	81	267
Pro.	69	192	384	403	62	57	97
Total	1,916	1,476	1,879	1,885	1,487	1,543	1,674

旨味に関与しているものと思われる。

部位別では、黄色部・芯部に多く、秋キャベツでは、白色部にも多く含まれるようになり、季節による味の差に影響しているものと思われる。

紫キャベツも、甘味・旨味に関与するアミノ酸が多く含まれるが、Ala・Arg.が多いことや、Pro.が非常に少ないことが、緑色キャベツとの味のちがいに関係しているものと思われる。

紫キャベツの部位による差は、あまりみられなかった。

貯蔵による変動は、味に関与するアミノ酸ほど変動が大きく、主に増加するものはSer・Arg・Pro.で、減少するものは、Thr・Glu・Alaがあげられる。このGlu・Alaの減少や、苦味・アルカリ味を感じるArg.が増加していることが貯蔵による味の劣化に、関係しているものと思われる。

3℃と20℃では、やはり20℃の方が、変動が大きく、3℃の場合でも、Arg.等は、最初は減少するが、20日後は、20℃の場合と同様に、増加の傾向を示し、味の劣化は防げない様である。

部位では、黄色部・芯部の変動が大きく、内部から劣化の現象がみられたが、これは、4分割して貯蔵したことも、影響しているものと考えられる。

キャベツの栽培条件・収穫時期・品種等の相違により、個体差がかなりあるものと考えられるが、遊離アミノ酸がキャベツの味にかなり関係しているものと考えられる。

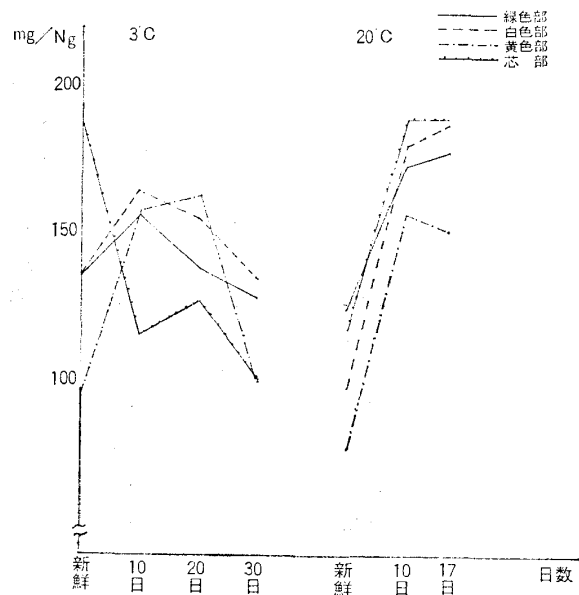


Fig. 3 アスパラギン酸の変化

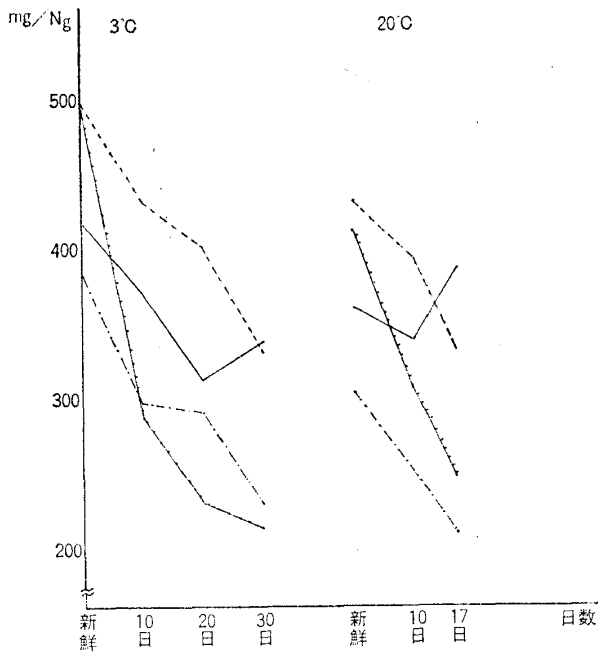


Fig. 4 スレニオンの変化

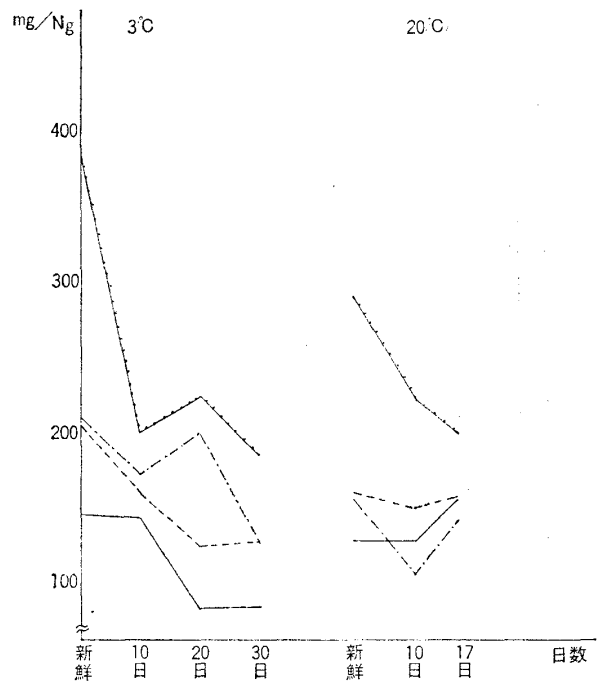


Fig. 6 グルタミン酸の変化

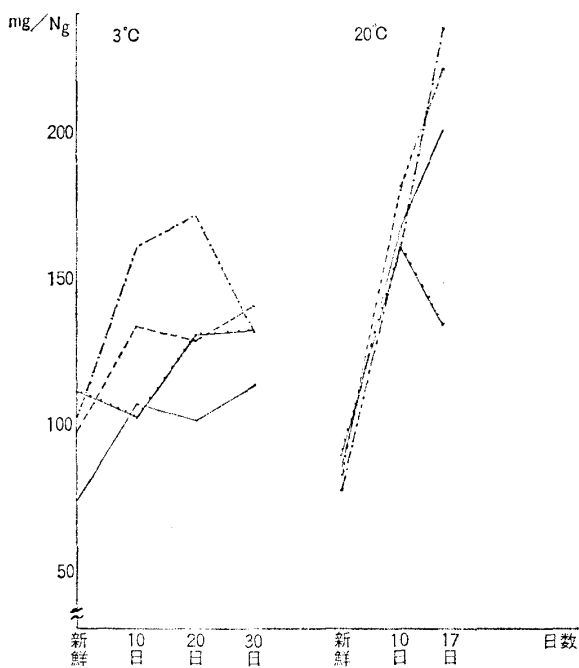


Fig. 5 セリンの変化

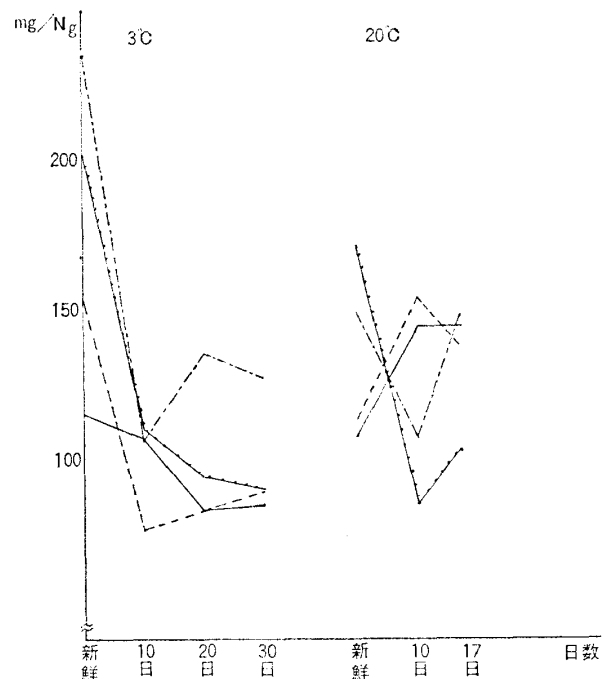


Fig. 7 アラニンの変化

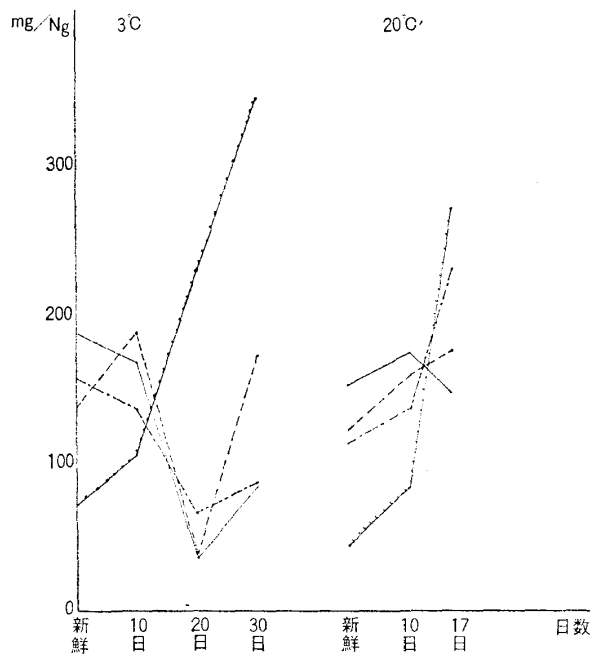


Fig. 8 アルギニンの変化

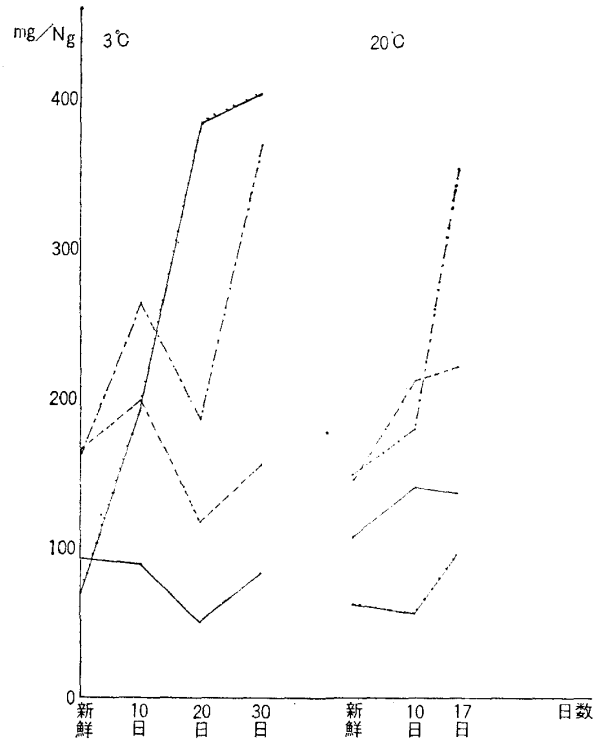


Fig. 9 プロリンの変化