



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	開芽前後におけるポプラの遊離アミノ酸
Author(s)	匂坂, 勝之助; SAGISAKA, Shonosuke
Citation	低温科学. 生物篇, 30, 9-13
Issue Date	1972-12-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/17793
Type	departmental bulletin paper
File Information	30_p9-13.pdf



開芽前後におけるポプラの遊離アミノ酸*

匂坂勝之助
(低温科学研究所)
(昭和47年8月受理)

I. 緒言

越冬中のポプラは物質代謝体制が開芽伸長中のものと著しく異なるが、基質の濃度にも顕著な変動のおこることをこれまでに述べた^{1,2)}。そして物質代謝体制の変化は所謂植物の耐凍性と密接な関係があって、これらの代謝体制を冬型及び春型と呼んでいる¹⁾。

この報告は、このような代謝転換のおこる時期における遊離アミノ酸の分析結果をまとめたものである。この報告の示している主要な点は、越冬中のポプラの主要な貯蔵アミノ酸はアルギニンで且つ非常に高濃度に達することである。また、開芽伸長にともなってグルタミンとアスパラギンが増加するが、材部と皮層部でアミノ酸の濃度に相違がある。植物で越冬中のアミノ酸としてのアルギニンが知られたのは本報が最初である。

II. 材料と方法

材料：ポプラ *Populus gelrica* は鉢植及び圃場に生育したものである。後者は12月に掘りとり鉢に移し、2月下旬まで戸外においた。その後実験室内にとりこみ開芽せしめ、新梢が約7cmに達した時に分析用の試料を採取した。実験室にとりこむ前日に越冬中の枝を採取した。鉢植のポプラも同様で、室内にとりこむ前の枝(越冬中)とこれが新梢約7cmとなった時のものを用いた。

分析試料：枝は直径7mmのものを選んで約2g採取した。これは直ちに皮層部と材部に分けて秤量し、0.2N HClO₄ 2mlと海砂0.5gを加えて磨砕した。磨砕物を試験管に移したのち4mlの水で3回抽出を反復し、水抽出液を4N KOHでpH6としてから硫酸デンケーター中で乾固した。このものに1mlの水を加えて溶解し、10,000×g、10分間遠心したのち上清を分析試料とした。アミノ酸分析は日立アミノ酸分析計によって行なった。

III. 結果

1. 越冬中のポプラの遊離アミノ酸 第1表と第2表に2個体の分析結果を示した。第2表の成績は圃場から掘りとったポプラから得たものである。材部と皮層部の主要な遊離アミノ酸はアルギニンで、材部では全アミノ酸のおよそ80%、皮層部では48%と70%を占めていた。

材部で検出されるアミノ酸は、アルギニン、グルタミン酸、アスパラギン酸、アラニン、リ

* 北海道大学低温科学研究所業績 第1205号

第1表 越冬中と開芽後のポプラの遊離アミノ酸 (I)

	越冬中		開芽後	
	材部	皮層部	材部	皮層部
$\mu\text{mole/g}$ 乾燥重量				
リジン	0.15	0.08	0.09	0.29
ヒスチジン	t	0.09	t	0.46
アルギニン	8.52	2.54	1.58	2.99
アスパラギン酸	0.37	0.52	0.24	0.22
グルタミン+スレオニン	0.25	0.44	6.34	2.87
アスパラギン+セリン	0.26	0.18	1.35	1.80
グルタミン酸	0.44	0.70	0.94	2.21
プロリン	t	t	0.32	0.40
グリシン	t	0.05	0.15	0.33
アラニン	0.19	0.19	0.37	0.72
バリン	t	0.06	0.56	0.63
メチオニン	t	0.02	0.03	0.05
イソロイシン	t	0.05	0.28	0.41
ロイシン	t	0.03	0.33	0.58
チロシン	t	0.12	0.33	0.26
フェニルアラニン	t	0.25	0.32	0.53

t: 極く微量

第2表 越冬中と開芽後のポプラの遊離アミノ酸 (II)

	越冬中		開芽後	
	材部	皮層部	材部	皮層部
$\mu\text{mole/g}$ 乾燥重量				
リジン	0.36	0.29	0.23	0.70
ヒスチジン	0.34	0.30	0.40	1.50
アルギニン	18.83	20.62	1.48	14.52
アスパラギン酸	1.13	2.40	0.27	2.15
グルタミン+スレオニン	0.52	0.39	13.00	5.09
アスパラギン+セリン	0.32	0.31	4.80	3.54
グルタミン酸	1.28	3.18	0.44	3.09
プロリン	t	0.28	0.13	0.85
グリシン	0.07	t	0.21	0.64
アラニン	0.32	0.46	0.33	1.55
バリン	0.13	0.18	1.22	2.07
メチオニン	t	0.09	0.03	0.13
イソロイシン	0.08	0.12	0.56	1.02
ロイシン	t	t	0.57	1.67
チロシン	t	0.06	0.13	0.75
フェニルアラニン	0.28	0.58	0.56	1.08

t: 極く微量

ジン及びヒスチジンで、フェニルアラニン、バリン及びイソロイシンに関しては個体差がみられる。

一方、皮層部においては越冬中においてもほとんどのアミノ酸が検出された。しかし、メチオニンとロイシンの濃度はとりわけ低い。プロリンについては個体差がある。越冬中のポプラの皮層部に比較的高濃度のフェニルアラニンの存在していることが特徴的である。

2. 開芽伸長中のポプラの遊離アミノ酸 開芽伸長にともなって材部と皮層部の遊離アミノ酸濃度は急激に変化し始める。材部においてはアルギニンの減少が顕著である。グルタミン、アスパラギン及びバリンの増加が著しいが、すべてのアミノ酸濃度が増大している。比較的に変動の少ないものとしてリジン、ヒスチジン及びフェニルアラニンがある。メチオニンの濃度は非常に低い。

一方、皮層部においては開芽後もアルギニンが高濃度に存在しているか或いはその濃度にあまり変化がみられない。一般的にアルギニン以外のアミノ酸濃度が顕著に増加しているが増加率は一定でなくアミノ酸の種類によって異なっている。グルタミンやアスパラギンの濃度の高まることは材部と同様であるが、バリン、イソロイシン、ロイシン及びフェニルアラニンの濃度の高まるのが明瞭である。

IV. 考 察

この報告によって越冬中のポプラの主な貯蔵アミノ酸はアルギニンであることが明らかになった。一般性に関してはこれから検討を要するが、アルギニンが越冬中の植物の主要なアミノ酸であって材部と皮層部に高濃度に存在すること及び開芽後における消長を示したのはこの報告が最初のものと思われる。リンゴにアスパラギンと共に著量のアルギニンが見出されていた³⁾が、今日に至るまで植物におけるアルギニン代謝の意義が全く検討されていない。

アルギニンの構造とその性質から貯蔵物質として細胞内に存在する意義のなかでいくつかの重要な事柄を指摘出来る。実際に、第2表の皮層部にみられるように樹液1 ml 当り約3.5 mgのアルギニンが存在し、且つ塩基性が非常に高いので細胞膜などの成分に大きな影響を与えるものと思われる。貯蔵アミノ酸としての第1の特徴は分子内にグアニジン基を有し、アミノ酸中で最も窒素原子を多く含む点にある。グアニジン基の合成に多くのエネルギーを消費しており、窒素原子が他の成分の合成に利用される際にその結合エネルギーは再び高エネルギー結合の合成に用いられる可能性が含まれている。植物のアルギニン分解系ではアルギニンの逐次的分解か、ウレアーゼ作用による尿素生成の何れかが主反応か判然としていない。また、グルタミン酸からアルギニンが生成する過程に $-\text{COOH} \rightarrow -\text{CHO}$ の生成反応があり、還元にATPとTPNHを必要とするので、逆反応の $-\text{CHO} \rightarrow -\text{COOH}$ の段階でATPとTPNHの生成がある。従って窒素源として利用されると共にエネルギー源としても特徴のあるアミノ酸である。

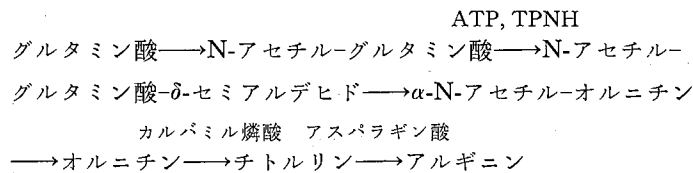
第2にアルギニンが分解して窒素源として利用されるにともなってその炭素骨格部分は容易にプロリンに変わり得る。グルタミン酸に変化したあとの代謝の多様性は、アスパラギン酸やアラニンと共に甚だ重要である。酸アミドが成長に伴って増加してくるのは無機態窒素と有機態窒素の転換点における役割を具体的に示している。このように越冬中のポプラの中には直

ちに利用し得る有機態窒素がアルギニンの形で捉えられており、成長開始に必要なアミノ酸の合成に利用されている。実際に材部におけるアルギニンの減少は著しい。材部のアルギニンが皮層部のそれよりも優先的に用いられている理由はわからない。また、春にアルギニンの窒素が特異的に利用される反応系の有無や秋に無機態窒素がアミドの段階で蓄積されないでアルギニンとして存在する生化学的な説明も可能でない。

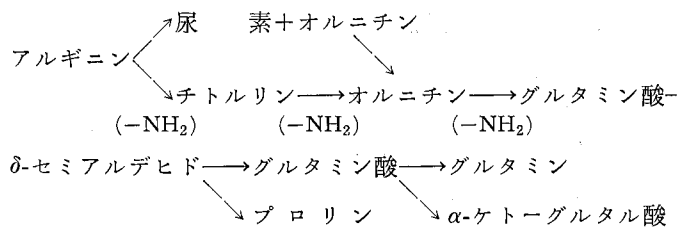
第3の特徴は分子内のグアニジン基 ($pK_3: 12.5$) による高い等電点 ($pI: 10.76$) である。アルギニンはアミノ酸の中で最も等電点が高い。アルギニンの前駆体としてのグルタミン酸は等電点が3.1であるからこの変化の生理的な意義は大きい。越冬中、成育中の何れに拘らず細胞のpHは7以下であると思われるから特定の時期におけるアルギニンの顕著な増加は必然的に細胞内pHの維持に陰イオンが動員されたと思われる。有機酸あるいは無機陰イオンの何れによるものかの検討を要する。

材部と皮層部におけるアミノ酸の消長のちがいと開芽前後におけるアルギニンとグルタミン等のアミノ酸の量的な変化から、窒素代謝系においても冬型と春型に分けることが出来る。糖代謝系に加えて、アミノ酸代謝系(即ち蛋白質代謝系)もこの2型に大きく分けることが可能で、2型式の移行時期についてもよく一致している。

冬型の代謝体制の完了する時までには次の反応が進行し、蓄積したアルギニンは開芽の体制が整わないと代謝されない。



一方、冬期間に低温下で生活したポプラの細胞内では、秋に生成したアルギニンの代謝が活発となる。



低温環境下で生活をしなかったポプラでは、4カ月間にわたり生育適温下においても秋に蓄積したアルギニンの減少がおこらない⁴⁾。また、生長開始の一般的特徴であるグルタミンやアスパラギンの増加がみられない。この知見は非常に重要な内容を含んでいる。リンゴなどの果樹でも低温下で生活しないと正常な開芽伸長の始まらないものが可成多いのであるが、この原因の一つは体制転換がおこらないことにあると云えよう。生長開始の際に必要なアミノ酸の供給(合成)が低温処理によって活性化することがわかった。

アルギニン代謝とは別にフェニルアラニン合成反応に関しても低温下でこの反応が進んで

いると思われる成績が得られた。越冬中のポプラの皮層部におけるこのアミノ酸濃度はロイシンなどと比較して著しく高いと云えよう。低温下においてフェニルアラニン合成に必要なエリテロース-4-リン酸(五炭糖リン酸回路)とホスホエノールピルビン酸が可成活発に合成されていることを示唆している。

V. 摘要と結論

1. 越冬中のポプラの主要な貯蔵アミノ酸はアルギニンであって、材部と皮層部の両者に存在している。
2. 開芽にともなってグルタミンとアスパラギンをはじめ全アミノ酸が増加する。この時期に材部のアルギニンは減少するが皮層部のアルギニンに顕著な変動はみられなかった。
3. 越冬中の皮層部に比較的高濃度のフェニルアラニンが存在している。

文 献

- 1) 匂坂勝之助 1969 植物の低温生化学的研究 III. ポプラの生活環境変化と関連した基質流量の調節機構について. 低温科学, 生物篇, **27**, 81-91.
- 2) 匂坂勝之助 1971 ポプラの糖リン酸エステル含有量と生活相の関係 II. 低温科学, 生物篇, **29**, 19-28.
- 3) Oland, K. and Yemm, E. W. 1956 Nitrogenous reserves of apple trees. *Nature*, **178**, 219.
- 4) 匂坂勝之助 未発表.

Summary

Analysis of free amino acids and amides in wintering xylem and bark of *Populus gelrica* indicated that arginine is a major storage amino acid in poplar stem (84% in xylem and 48% of the total in bark). At the onset of budding, the xylem arginine decreased to a level of 1/5 of that of winter material. The decrease of arginine level in the xylem and increase of other amino acids took place on budding. In bark, the arginine level remained relatively constant, while other amino acids increased several fold.