

氏名	コウ 洪	ラン 蘭	シン 心
学位(専攻分野)	博士(農学)		
学位記番号	農博第1598号		
学位授与の日付	平成19年3月23日		
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当		
研究科・専攻	農学研究科食品生物学専攻		
学位論文題目	Decomposition and discoloration kinetics of L-ascorbic acid and its derivatives (L-アスコルビン酸とその誘導体の分解および着色動力学)		
論文調査委員	(主査) 教授 安達修二	教授 井上國世	教授 北嶋直文

### 論文内容の要旨

本研究は、食品に添加されることの多いL-アスコルビン酸(ビタミンC)とその疎水性および親水性誘導体である6-O-パルミトイル-L-アスコルビン酸とL-アスコルビン酸2-グルコシドの分解および着色の合理的な抑制法を見出すための一助として、それらの過程に対する速度論的な知見を得ることを目的としている。本論文は、L-アスコルビン酸とその誘導体粉末および糖質マトリックス中でのL-アスコルビン酸の分解および着色過程に関する速度論的知見をまとめたもので、4章よりなっている。

第1章では、種々の含水率に調整したL-アスコルビン酸粉末の60~90°Cにおける分解および着色過程を測定し、いずれの含水率および温度でも分解過程は一次反応速度式で表現できるが、着色過程は含水率と温度に依存して異なる最大着色度に漸近するように修正したWeibull式で表現できることを示した。また、各過程に対する速度定数の温度依存性はいずれの含水率においてもArrhenius式で整理できることを示した。なお、保存温度が高く試料の含水率が高いほど最大着色度が大きかった。

第2章では、L-アスコルビン酸の疎水性誘導体である6-O-パルミトイル-L-アスコルビン酸の分解および着色過程に及ぼす含水率と温度の影響を検討し、分解過程は形状係数が約0.8の単純なWeibull式で表現できること、および着色過程はL-アスコルビン酸と同様に、含水率と温度に依存して異なる最大着色度に漸近するように修正したWeibull式で表現できることを示した。また、分解および着色過程に対する速度定数の温度依存性はいずれもArrhenius式で整理できることを示した。さらに、同モル比の水を含むL-アスコルビン酸と6-O-パルミトイル-L-アスコルビン酸の着色過程を比較することにより、疎水性のパルミトイル基の導入はL-アスコルビン酸の着色を抑制することを示した。

第3章では、L-アスコルビン酸の親水性誘導体であるL-アスコルビン酸2-グルコシドの分解および着色過程を種々の含水率と温度で測定し、分解過程は単純なWeibull式で、また着色過程は、L-アスコルビン酸と同様に、含水率と温度に依存して異なる最大着色度に漸近するように修正したWeibull式で表現できることを示した。また、分解および着色過程に対する速度定数の温度依存性はいずれもArrhenius式で整理できることを示した。さらに、L-アスコルビン酸量の増減をL-アスコルビン酸2-グルコシドの加水分解過程ならびにL-アスコルビン酸の分解過程がいずれも一次反応速度式に従うと仮定した解析から、L-アスコルビン酸2-グルコシドはL-アスコルビン酸とグルコースへの加水分解と、基質自体の分解との並列的な反応により消失することを示唆した。さらに、モル基準で同程度の水を含むL-アスコルビン酸、6-O-パルミトイル-L-アスコルビン酸およびL-アスコルビン酸2-グルコシドの着色過程を比較することにより、L-アスコルビン酸へのパルミトイル基の導入はグルコース残基のそれより着色抑制効果が大きいことを示した。

第4章では、水溶性大豆多糖、アラビアゴム、マルトデキストリン、 $\alpha$ -シクロデキストリン、トレハロースまたはラクトースの乾燥マトリックス中でのL-アスコルビン酸の分解および着色過程を80°C、種々の相対湿度で測定した。なお、 $\alpha$ -シクロデキストリン、トレハロースおよびラクトースは等重量のマルトデキストリンを混合して使用した。いずれの糖質

粉末中でも L-アスコルビン酸の分解過程は単純な Weibull 式で表現できた。一方、L-アスコルビン酸を含有する水溶性大豆多糖およびアラビアゴム粉末の着色過程は最大着色度に漸近するように修正した Weibull 式で表現できたが、L-アスコルビン酸を含有するマルトデキストリン、 $\alpha$ -シクロデキストリン、トレハロースまたはラクトース粉末の着色は極めて遅い過程であり、初期速度に基づいて着色速度定数を算出した。これらの結果を糖質マトリックスのガラス転移との関係で考察した。各糖質に対する水の取着等温線は Guggenheim-Anderson-de Bore 式で表現できることを示し、Gordon-Taylor 式に基づいて種々の相対湿度における各糖質マトリックスのガラス転移温度を推算した。これらの結果から、着色速度定数は相転移パラメーターの影響を受け易いが、分解速度定数はその影響が小さいことを示した。

### 論文審査の結果の要旨

保存期間中の食品成分の分解や着色は不可避な現象であり、品質劣化の原因となる。品質劣化に対する合理的な抑制法の開発には、質的な変化に関する化学的な解析とともに、速度論的な知見も不可欠である。そこで著者は、酸化防止剤などとして各種食品に使用されている L-アスコルビン酸（ビタミン C）とその疎水性および親水性誘導体の粉末状態での分解と着色を取り上げ、速度論的な解析を行った。食品は一般に多成分系であり、共存する成分の影響を受けることが多い。そこで、各種糖質マトリックス中での L-アスコルビン酸の分解および着色過程も測定した。成果として評価すべき点は次のとおりである。

1. 各種含水率および温度での L-アスコルビン酸の分解過程は一次反応速度式で表現できること、および着色過程は最大着色度に漸近するように修正した Weibull 式で表現できることを示した。また、各過程に対する速度定数の温度依存性は Arrhenius 式で整理できることを示した。

2. L-アスコルビン酸の疎水性誘導体である 6-O-パルミトイル-L-アスコルビン酸の分解過程は単純な Weibull 式で表現でき、着色過程は最大着色度に漸近するように修正した Weibull 式で表現できることを示した。また、分解過程に対する形状係数は試料の含水率と保存温度に依存せず約 0.8 であることを明らかにした。

3. L-アスコルビン酸の親水性誘導体である L-アスコルビン酸 2-グルコシドの分解および着色過程を種々の含水率と温度で測定し、6-O-パルミトイル-L-アスコルビン酸と同様に、分解過程は単純な Weibull 式で、着色過程は最大着色度に漸近するように修正した Weibull 式で表現できることを示した。また、L-アスコルビン酸 2-グルコシドの消失過程における L-アスコルビン酸量の増減から、L-アスコルビン酸 2-グルコシド自体の分解と加水分解が並列的に進行することを明らかにした。さらに、モル比で同程度の水を含む L-アスコルビン酸、6-O-パルミトイル-L-アスコルビン酸および L-アスコルビン酸 2-グルコシドの着色過程の比較からパルミトイル基の導入がもっとも着色抑制効果が大きいことを示した。

4. 各種糖質マトリックス中での L-アスコルビン酸の分解および着色の速度過程を解析し、着色過程には糖質マトリックスのガラス転移現象が大きく影響するが、分解過程に対する影響は小さいことを明らかにした。

以上のように本論文は、粉末状態の L-アスコルビン酸とその疎水性および親水性誘導体、ならびに各種糖質マトリックス中での L-アスコルビン酸の分解と着色過程を速度論的に解析し、食品成分の劣化動力学に関する新たな知見を得たものであり、食品物理化学、食品加工学、および農産製造学に寄与するところが大きい。

よって、本論文は博士（農学）の学位論文として価値あるものと認める。

なお、平成 19 年 1 月 18 日、論文ならびにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士（農学）の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。