

氏名	みずのやわたる 水野谷航
学位(専攻分野)	博士(農学)
学位記番号	農博第1513号
学位授与の日付	平成17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科学専攻
学位論文題目	Development of high-accuracy protocol for measuring endurance capacity of mice in an adjustable-current swimming pool (流水プールを用いたマウス持久力高精度測定のためのプロトコルの開発)
論文調査委員	(主査) 教授 伏木 亨 教授 井上 國世 教授 安達 修二

### 論文内容の要旨

持久運動能力は疲労と密接に関係しており、持久運動能力の維持や増強は健康な生活を送るために必要である。これまでにトレッドミルや流水プール装置を用いて限界までの運動継続時間を持久運動能力の指標とする評価系の開発が試みられ、いくつかの食品成分には持久運動能力を増強する作用があることが報告されてきた。しかし、既存の評価システムでは食品成分の効果を検出するには感度や再現性が充分ではなかった。本論文は実験動物の運動継続時間を高精度かつ再現性高く測定するためのシステムの開発を行ったものである。その内容は次のように要約できる。

#### 1. マウス持久力高精度測定のためのシステム改良

従来用いられてきた遊泳運動装置を改良した。水流の均一化は高精度の実験データを得るために最も重要なポイントであり、表面水流の僅かな淀みさえも実験動物の限界までの遊泳時間に影響することを明らかにした。水流に影響する部分を順次検討し、装置を正確に水平にするインシュレータの採用、水流の吹き出し穴加工の精度向上、排水口をスリット状にするものの3点を改良した。この結果、表面流速計で測定したプール表面の水流が、従来のものに比べて非常に均一になった。

#### 2. 実験動物としてマウスの系統の検討ならびに測定プロトコルの開発

装置の改良に続いて測定プロトコルを全面的に見直した。Std ddY 系統以外に様々な系統のマウスの遊泳時間を比較した結果、入手が容易な系統の中ではBALB/c系マウスが他の系統に比べ遊泳時間のデータのばらつきが小さく、持久力測定試験に適していることを明らかにした。実験動物の個体差を排除する目的で、各マウスの最大遊泳時間を3回測定し、3回のデータの再現性の低い個体や平均値から大きく離れた個体を試験前に除外するための規準を確立した。改良したシステムを用いることによって最大遊泳時間のデータの標準偏差が小さくなり、従来のプロトコルに比べより少ない検体数で微小な差を検出できることを示した。

#### 3. カプシエイトが持久運動能力に与える効果

改良したシステムを食品成分の機能解析に応用した。トウガラシの辛味成分であるカプサイシンは血中アドレナリンや遊離脂肪酸濃度を上昇させ、持久運動能力を高める。カプサイシンと構造が類似しているが辛味のないカプシエイトにも体温上昇や自律神経活性化などのカプサイシンと類似の生理作用が見られる。そこで、カプシエイトにもカプサイシンと同様の持久運動能力増強効果があるかを検討した結果、カプシエイトはカプサイシンとほぼ同じ投与量で同程度の持久運動能力増強作用を有することを明らかにした。遊泳開始30分後の血中遊離脂肪酸濃度、血中乳酸濃度、腓腹筋のグリコーゲン残存量などの運動に関わる生化学値や呼気ガス測定結果もカプシエイトがカプサイシンと同等の効果を有することを示しており、流水プールを用いた遊泳運動継続時間の測定データと矛盾しないものであった。

#### 4. 共役リノール酸 (CLA) がマウスの持久運動能力に与える影響

リノール酸の位置・幾何異性体である共役リノール酸 (CLA) は $\beta$ 酸化系を活性化して体脂肪を低下させることが知られている。そこで、CLAが持久運動能力および運動時のエネルギー代謝に及ぼす影響を、改良した流水プール実験系を用

いて検討した。5週齢のBALB/cマウスに0.5%CLA配合食を1週間与えたところ、対照としてリノール酸を与えた群に対し遊泳運動継続時間が有意に増加した。作用メカニズムを解析するためにトレッドミル走行時の呼気ガスを分析した結果、呼吸交換比がコントロール群に対し有意に低く、運動のエネルギー源として脂肪酸を多く利用していることが示唆された。

## 論文審査の結果の要旨

持久運動能力の維持や増強は日常生活における疲労感の低減にも関わっており、健康で快適な生活を送るために重要である。持久力を高め疲労回復効果のある食品の開発が期待されているが、既存の評価システムでは食品成分の効果を検出するには感度や再現性が充分ではなかった。本論文は実験動物の持久運動能力を高精度かつ再現性高く測定するために新たなシステムの開発を目指したものである。評価できる主な成果は以下の通りである。

### 1. マウス持久力高精度測定のためのシステム改良

従来用いられてきた遊泳運動装置を改良するとともに、測定のプロトコルを根本的に見直した。流水プールの水流の均一化は精度の高い実験データを得るために重要であることを明らかにし、水流に影響する部分を検討し改良した。その結果、プール表面の水流が非常に均一になることを示した。

### 2. マウスの系統の検討ならびに測定プロトコルの開発

実験動物として様々な系統のマウスを検討した結果、BALB/c系マウスが他の系統に比べ遊泳時間のデータのばらつきが小さく、持久力測定実験に適していることを明らかにした。実験動物の個体差を排除する目的で、再現性の低い個体や平均値から大きく離れた個体を試験前に除外するための規準を確立した。改良したシステムを用いることによって、従来のプロトコルに比べより少ない検体数で微小な差を検出できることを示した。

### 3. カプシエイトが持久運動能力に与える効果

改良したシステムを用いて、辛味のないカプサイシン同族体であるカプシエイトにもカプサイシンと同様の持久運動能力増強効果があることを明らかにした。このことは、血中遊離脂肪酸濃度、血中乳酸濃度、腓腹筋のグリコーゲン残存量や呼気ガス測定の結果からも確かめられた。

### 4. 共役リノール酸 (CLA) がマウスの持久運動能力に与える影響

共役リノール酸 (CLA) は $\beta$ 酸化系を活性化することで体脂肪を低下させることが知られている。そこで、改良した流水プール実験系を用いて検討したところ、対照としてリノール酸を与えた群に対し遊泳運動継続時間が有意に増加した。トレッドミル走行時の呼吸交換比がコントロール群に対し有意に低く、運動のエネルギー源として脂肪酸を多く利用していることを示した。

以上のように、本論文は、従来用いられてきた実験動物の持久運動能力評価系を改良し食品の機能評価に応用したものであり、栄養科学、食品健康科学、食品機能科学の発展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17年2月14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。