１．委 託 事 業 名 ：　たたみいわし及びアカモクを用いた、筋萎縮抑制作用を有する新商品の開発

２．委託事業者名 ：　委託団体：有限会社　カネナカ商店
連携大学：東海大学　海洋学部　教授　清水宗茂
連携団体：清水漁協用宗支所青壮年部、清水漁協用宗支所

３．研究成果概要：

【背景】

サルコペニアは、高齢者にみられる骨格筋量の低下と、筋力もしくは身体機能の低下により定義される疾患である。サルコペニアは、転倒や骨折のリスクを高め、最終的には自立した生活の喪失につながる。サルコペニアの対策として、適度な運動を継続すること、タンパク質やアミノ酸を適切に摂取することが挙げられているが、サルコペニアの発症メカニズムについては未解明な部分が多い。

「たたみいわし」は、酒のつまみとしての需要がほとんどを占めているため、ターゲット層が限定されている。一方、「アカモク」は、栄養学的価値に共感する層はごく一部に限られており、水産資源としての十分な活用には至っていない。

加齢に伴い筋量や筋力・筋機能が低下するサルコペニアは、50 代以上のすべての人に共通する課題である。栄養面では、タンパク質や抗酸化物質の積極的な摂取が必要とされているものの、日々の食事から十分な対策を実践できている人は極めて少数といえる。そのため、本研究ではたたみいわしとアカモクをマウスに摂取させ、筋萎縮抑制作用を有する素材かどうか明らかにした。

【目的】

たたみいわしとアカモクを一緒に摂取することにより、それぞれを単独で摂取する場合と比べて、筋萎縮抑制に対して有効であること（相乗効果が認められること）を動物実験により明らかにする。

【研究結果および成果】

1.　素材の作製

たたみいわし及びアカモクを用いて、それぞれを乾燥後、粉末化し、たたみいわし粉末およびアカモク粉末を作製した。一般成分分析を行った結果を表１に示した。たたみいわし粉末はタンパク質および灰分を多く有し、アカモク粉末は脂質および炭水化物を多く含有することが明らかとなった。

2.　動物実験（摂餌性の確認）

一般成分分析の結果から AIN-93M に対して、たたみいわし粉末を 10%、アカモク粉末を５%、Mix 群(たたみいわし 10%+アカモク５%)を 15%、それぞれ添加し、マウスへの摂餌実験に使用する食餌を作製した(表 1)。実験では C57BL/6 マウス(６週齢)を使用し、コントロール群、たたみいわし群、アカモク群、Mix 群の４群設けた。マウスを搬入後、７日間の馴化期間

を設け、６日間各食餌を自由摂取し、体重・摂餌量を毎日測定した。
結果を表３および表４に示した。マウス１匹あたりの平均摂餌量はコントロール群では 3.10g/day、たたみいわし群では 2.89g/day、アカモク群では 2.80g/day、Mix 群は 2.48g/day であった。また、マウス１匹あたりの累積摂餌量はコントロール群では 18.48g、たたみいわし群は 17.34g、アカモク群は 16.83g、Mix 群は 14.89g であり、Mix 群はコントロール群と比較して有意に低値を示した。この結果を踏まえ、本実験では、摂餌量を揃える制限給餌にて行うこととした。

表１. 一般成分分析結果

100g あたり	たたみいわし粉末	アカモク粉末
水分	2.3g	8.5g
タンパク質	83.3g	18.4g
脂質	10.5g	4.1g
灰分	10.8g	12.3g
炭水化物	0.0g	56.7g
カロリー	426kcal	338kcal

写真１. たたみいわし粉末(左)とアカモク粉末(右)

表２. 餌組成

材料(g)	コントロール群	たたみいわし群	アカモク群	MIX 群
t-ブチルヒドロキノン	0.0080	0.0080	0.0080	0.0080
L-シスチン	1.80	1.80	1.80	1.80
重酒石酸コリン	2.50	2.50	2.50	2.50
AIN-93 ビタミン混合	10.00	10.00	10.00	10.00
AIN-93 ミネラル混合	35.00	35.00	35.00	35.00
セルロースパウダー	50.00	50.00	50.00	50.00
スクロース	100.00	100.00	100.00	100.00
大豆油	40.00	40.00	40.00	40.00
カゼイン	140.00	43.40	140.00	43.40
α コーンスターチ	155.00	155.00	155.00	155.00
コーンスターチ	465.70	462.30	415.70	412.30
たたみいわし粉末		100.00	50.00	100.00
アカモク粉末				50.00
合計重量	1000.01	1000.01	1000.01	1000.01

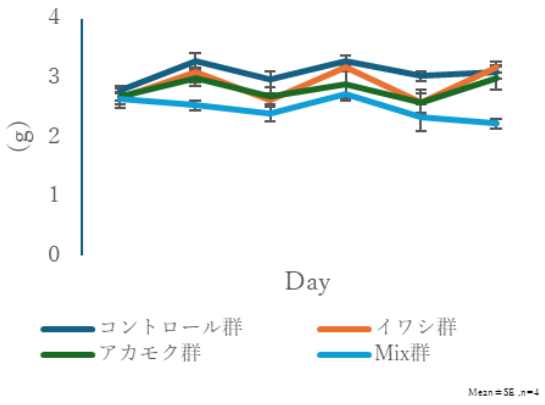

図３. 摂餌量の経日変化

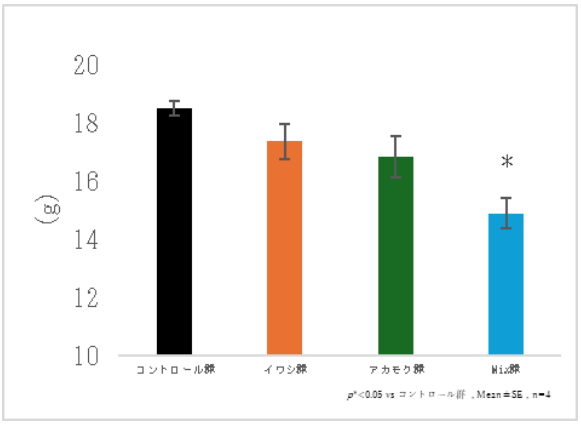

図４. 累積摂餌量

3.　動物実験（筋萎縮抑制作用の検証）

馴化期間を５日間設けたのち、対照群である非筋萎縮群(コントロール群)、筋萎縮群(Dex 群)、筋萎縮+たたみいわし群(Dex+たたみいわし群)、筋萎縮+アカモク群(Dex+アカモク群)、筋萎縮+Mix 群(Dex+Mix 群)の 5 群に群分けを行った。各素材を添加した餌を６日間給餌し、コントロール群を除き、筋萎縮を誘発させるため５日間デキサメタゾン(５mg/kg body weight/day)の条件で腹腔内投与した。デキサメタゾンの投与終了翌日にイソフルラン麻酔下にて開腹、腹大静脈より全採血し、骨格筋(前脛骨筋(TA)、腓腹筋(GAS)、長母趾伸筋(EDL)、ヒラメ筋(SOL))、肝臓、腎臓、腎臓周囲脂肪、精巣上体脂肪を採材した。採材した組織は、重量測定したのち冷凍保存(-80℃)した。累積摂餌量を表５に示した。コントロール群で 27.8±0.5g、Dex 群は 25.5±0.9g、Dex+たたみいわし群は 26.1±0.9g、Dex+アカモク群は 25.4±1.0g、Dex+Mix 群は 25.8±0.8g であった。

また、採材した TA(前脛骨筋)の左右の平均筋重量を表 6 に示した。
コントロール群は 43.9±0.2mg、Dex 群は 34.6±3.0mg、Dex+たたみいわし群は 38.8±0.8mg、Dex+アカモク群は 38.7±0.8mg、Mix 群は 43.1±1.1mg であった。
Dex 群と比較して、コントロール群及び Dex+Mix 群は有意に高値を示した。

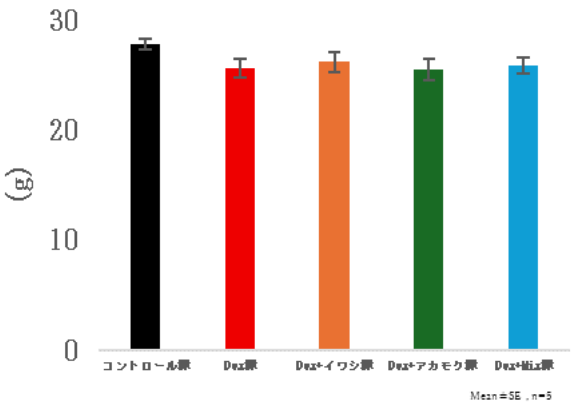

図５. 累積摂餌量

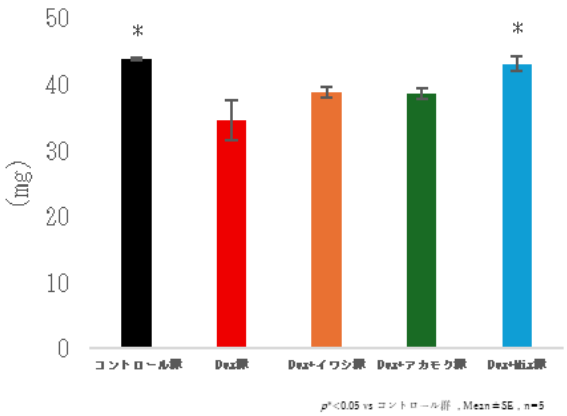

図６. 前脛骨筋重量

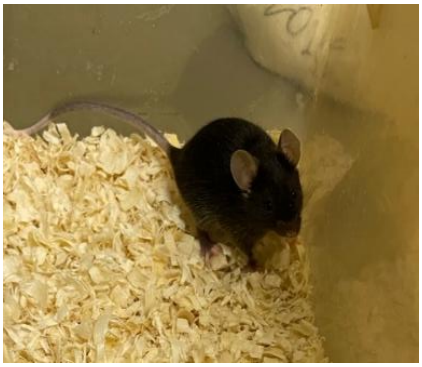

写真２.実験に用いたマウス

写真３.前脛骨筋(左:Dex 群、右:Dex+Mix 群)

【まとめ】

摂餌性実験の結果から、各素材を添加した食餌を自由給餌させたところコントロール食、たたみいわし食、アカモク食、Mix 食の順で摂餌量が低値を示した。

そのため、筋萎縮抑制実験は制限給餌下にて実施した。Dex による筋萎縮が顕著に認められる前脛骨筋の筋重量において、Dex 群と比較してコントロール群及び Dex+Mix 群で有意に高値を示した。

これより、たたみいわし粉末またはアカモク粉末のみを添加した餌に比べて両素材を添加した餌の方が、筋重量が大きくなることが示唆された。

一般に、たたみいわしはタンパク質やビタミンDを多く含有しており、アカモクは抗酸化作用を有するフコキサンチンを含有しており、どちらも筋萎縮抑制に寄与する重要な栄養成分である。

今後、CSA 解析や Western blot 解析などを通して、筋萎縮抑制のメカニズムについての検証も期待される。

【地域社会への波及効果】

加齢に伴い筋量や筋力・筋機能が低下するサルコペニアは、50 代以上の人々に共通する課題である。そのため、サルコペニアの予防、すなわち筋萎縮の抑制が期待できる食品へのニーズは高い状況にある。本研究を通じて、両素材を組み合わせることで、商品化コンセプトを明瞭化できるものと考えられた。