

# 打ち上げ海藻の有効利用

## — 熱水抽出物のミネラル、多糖類、抗酸化活性 —

能登半島沿岸では様々な海藻が繁茂し、とくにホンダワラ類は良質な藻場を形成する上で重要である。その一部は流れ藻となっても、小型動物に生育環境を提供しながら、浜に打ち上げられる。冬から夏に打ち上げられるツルアラメ、クロメ、アカモク等の褐藻類は食用として採取されるが、食用以外の海藻や食用に適さない季節の海藻(図1)は、一部が肥料として用いられるものの、大半はゴミとして地元住民によって処分されている。本研究では、そのほとんどが有効利用されていない秋季の打ち上げ海藻について、有効活用の可能性を検討するために、熱水抽出液中のイオン(ミネラル)、水溶性多糖類含量や抗酸化特性等について検討した。



図1. 輪島-珠洲の打ち上げ海藻

### 実験方法

2007年10月(雨天)に図2に示す8地点の海岸(●)に打ち上げられた海藻12種(表1)を採集した。新鮮葉部試料に4倍量の水を加え細断し、80°Cで30min抽出した水溶液をサンプル溶液とした。サンプル溶液中のイオン組成はイオン分析機(PIA-1000, Shimadzu)で分析した。相対粘度は振動式粘度計(VM-1G, 山一電機)を用いて測定し、水溶性多糖類のおおよその含量と平均分子量をアルコール沈殿法およびゲルろ過(GFC) HPLC法により測定した。ポリフェノール含量(Folin-Ciocalteu法)および抗酸化活性(DPPHラジカル、スーパーオキシドアニオンラジカル(非酵素的NBT-PMS法)、ヒドロキシルラジカル捕捉能(Fenton反応)、および鉄還元能)は既報に沿ってマイクロプレート法で測定した(n=3)。



図2. 打ち上げ海藻採取地点

### 結果および考察

#### ●熱水抽出液のイオン組成

様々な海藻が打ち上げられていたが、量が多く、利用可能と考えられたものは表1に示す褐藻類8種、特に、カジメ類(ツルアラメ、クロメ)、ホンダワラ類のヤナギモク、ノコギリモク、ヨレモクであった。塩濃度(表2)はヤナギモクおよびカジメ類が高く、Naに対するKのモル比はヤナギモクで高く(1.53)、カジメ類で低かった。

表1. 本実験に用いた海藻種

Scientific name	Japanese name	Local name	Edible and/or other applications	Abbreviation in Figs
<b>Phaeophyceae</b>				
<b>Laminariaceae</b>				
<i>Ecklonia stolonifera</i>	Tsuru-aramé	Kajime	Edible; Bath agent	Es
<i>E. kurome</i>	Kurome	Kajime	Edible; Bath agent	EK
<b>Sargassaceae</b>				
<i>Sargassum ringgoldianum</i>				
<i>S. subsp. coreanum</i>	Yanagi-moku		Fertilizer	Sr
<i>S. macrocarpum</i>	Nokogiri-moku		Fertilizer	Sm
<i>S. siliquastrum</i>	Yore-moku		Fertilizer	Ss
<i>S. confusum</i>	Fushisuiji-moku			Sc
<i>S. patens</i>	Yatsumata-moku		(Edible); Fertilizer	Spa
<i>S. piluliferum</i>	Mame-tawara		Fertilizer	Spi
<b>Chlorophyceae</b>				
<b>Ulveaceae</b>				
<i>Ulva pertusa</i>	Ana-aosa	Aosa, Aonori	Edible; Fertilizer	Up
<i>Enteromorpha intestinalis</i>	Usuba-aonori	Aonori, Aosa	Edible	Ei
<b>Cladophoraceae</b>				
<i>Chaetomorpha monilifera</i>	Tama-juzumô			Cm
<b>Codiaceae</b>				
<i>Codium fragile</i>	Miru		Edible	Cf

表2. 打ち上げ海藻抽出液のイオン組成 (mmol/L)

Scientific name	Japanese name	Cation					Anion		
		NH <sub>4</sub>	Na	K	Mg	Ca	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>
<b>Phaeophyceae</b>									
<b>Laminariaceae</b>									
<i>Ecklonia stolonifera</i>	Tsuru-aramé	1.67	40.63	27.09	3.04	1.70	0.46	35.29	3.04
<i>E. kurome</i>	Kurome	2.00	44.54	27.62	3.62	1.97	0.35	40.53	3.62
<b>Sargassaceae</b>									
<i>Sargassum ringgoldianum</i>									
<i>S. subsp. coreanum</i>	Yanagi-moku	-	45.32	69.16	7.82	4.09	4.36	104.8	2.45
<i>S. macrocarpum</i>	Nokogiri-moku	0.83	27.71	39.80	5.55	2.30	3.86	63.10	1.40
<i>S. siliquastrum</i>	Yore-moku	0.71	33.28	33.10	4.69	1.92	3.97	60.62	1.91
<i>S. confusum</i>	Fushisuiji-moku	0.83	26.05	32.53	4.28	1.50	1.07	51.31	1.17
<i>S. patens</i>	Yatsumata-moku	0.72	16.79	15.14	6.21	1.30	-	20.45	0.51
<i>S. piluliferum</i>	Mame-tawara	0.67	25.92	16.85	4.07	1.50	3.04	36.13	4.25
<b>Chlorophyceae</b>									
<b>Ulveaceae</b>									
<i>Ulva pertusa</i>	Ana-aosa	0.67	16.66	20.44	16.21	1.67	-	9.45	3.14
<i>Enteromorpha intestinalis</i>	Usuba-aonori	6.44	12.35	17.62	8.80	1.27	3.09	9.48	2.94
<b>Cladophoraceae</b>									
<i>Chaetomorpha monilifera</i>	Tamajiyuzumo	0.56	10.00	13.58	1.32	0.90	-	14.27	0.22
<b>Codiaceae</b>									
<i>Codium fragile</i>	Miru	1.06	52.46	5.86	6.62	1.85	-	61.77	3.96

#### ●相対粘度、水溶性多糖類(食物繊維)

水に対する相対粘度はヤナギモク(10.3)、ヤツマタモク(6.3)およびアナアオサ(4.7)が高く、その他のサンプルでは2.2以下であった。褐藻類8種の相対粘度は高分子多糖類(アルギン酸)含量と相関しており(図3)、カジメ類の抽出液には貯蔵多糖類のラミナラン(β 1,3,1,6 グルカン)が多く含まれていた。

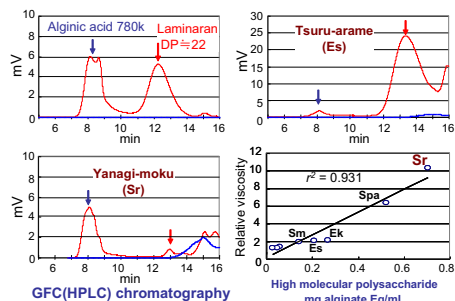


図3. 海藻多糖類のゲルろ過クロマトグラム(GFC)と相対粘度との相関性

#### ●ポリフェノール含量および抗酸化活性

カジメ類でポリフェノール含量が高く(45-47 μmol フロログルシノール当量(PGEq/mL))、ついでヤナギモクで高く、UV280 付近の吸光度と良く相関した(図4)。DPPHラジカル捕捉能および鉄還元能はポリフェノール含量と相関しており、カジメ類で強い活性を示した(図5)。一方、スーパーオキシドアニオンラジカル捕捉能はポリフェノール含量との相関はあまり高くなく、ヤナギモクが最も高い活性(120 μmol CatEq/mL)を示した。ヒドロキシルラジカル捕捉能はポリフェノール含量に対して指

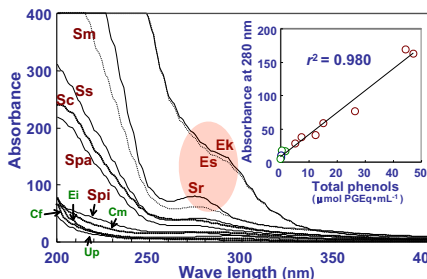


図4. 海藻抽出液の紫外線吸収とフェノール化合物含量との相関

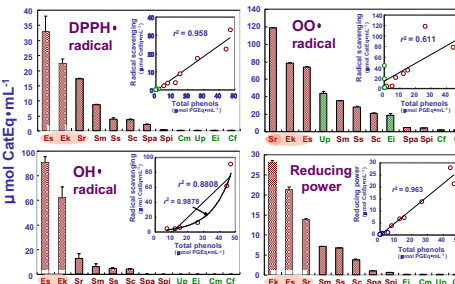


図5. 熱水抽出液の抗酸化性 (DPPHラジカル捕捉能、スーパーオキシドアニオンラジカル捕捉能、ヒドロキシルラジカル捕捉能、鉄還元能)とフェノール化合物含量の相関

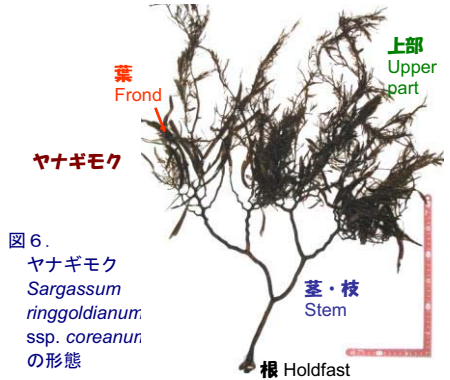


図6. ヤナギモク *Sargassum ringgoldianum* ssp. *coreanum* の形態

数回数的であった。

#### ●ヤナギモク葉部部分別の粘度および水溶性多糖類

上述のように打ち上げ量が多く、ミネラル、多糖類、ポリフェノール含量、抗酸化活性の高いヤナギモクについて茎・枝部、葉部および上部に分けて(図6)熱水抽出を行い、同様に検討した。上部は葉部と同様に多糖類含量および相対粘度が高かったが、茎・枝部では低い値であった(図7)。また、上部からの抽出液にはフコイダンが含まれていた。

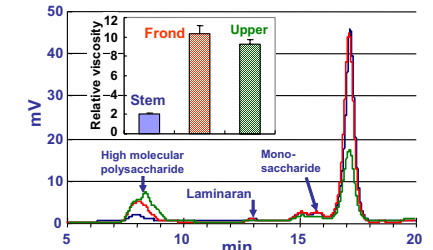


図7. ヤナギモク部位別のGFCと相対粘度

#### ●ヤナギモク葉部部分別の抗酸化特性

茎・枝部のポリフェノール含量、UV280nmの吸収(図8)、および抗酸化活性(図9)は葉部と近い値で、上部ではポリフェノール含量が葉部の約1/2、抗酸化活性は1/4~1/5程度であった。

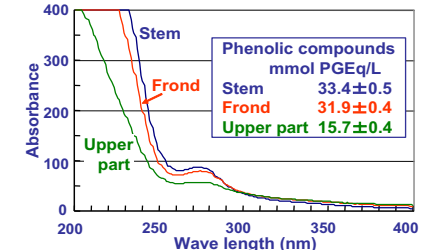


図8. ヤナギモク部位別の紫外線吸収とフェノール化合物含量

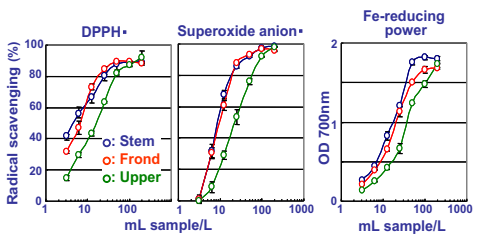


図9. ヤナギモク部位別の抗酸化特性

以上のように現在時化(しけ)の翌日に漂着し、大量のゴミとなる打ち上げ海藻の中には、ミネラル、水溶性多糖類(食物繊維・保湿性)が多く、UV吸収能および抗酸化活性の高いものがある。特にヤナギモクについては、戦時中の飼料や非常食として使用されたことも伝えられており、今後はさらに機能性や安全性、利用法についても検討したい。

本研究の一部は財団法人地域総合整備財団(ふるさと財団)および珠洲市の助成を受けて遂行された。