

海藻肥料の効果と可能性

海藻研究所所長 新 井 章 吾

1. はじめに

「海藻肥料に関する研究は、最近の海藻利用分野のトピックであり、海藻肥料の利用の長い歴史があるヨーロッパ諸国からの報告が多いが、日本の海藻利用分野からの報告は比較的少ない。ハウス園芸など農業技術の高い日本から、この分野の研究結果が多く出て、海藻肥料が使われることを期待したい。」と、大野（2002）は指摘している。ヨーロッパなどではホンダワラ類と石灰藻が肥料として利用されているが、日本では1960年代には海草藻類を肥料にする地域が化学肥料の普及によってほとんど消滅してしまった。それ以前の1950年代までは、日本各地で肥料として使われ、売買もされていた。汽水湖における当時の状況については、平塚ら（2006）の「^{さとうみ}里湖モク採り物語—50年前の水面下の世界—」という本で紹介されている。特に、中海周辺における海草藻類の肥料



図1 各地の伝統的な海藻肥料の使い方

としての採取と売買について詳しく書かれている。その頃まで外海のホンダワラ類も採取されていたが、現在では中海産のウミトラノオを採取して肥料にしている農家がわずかに残っているのみである。一方、韓国の済州島、対馬、五島、大分県の姫島、山口県東部においては、農家の自家消費用の農地や家庭菜園で、ホンダワラ類などが肥料として使われ続けている（図1）。また、肥料や食品利用を目的にホンダワラ類とアラ

メ類の藻場が間伐されると、そこに魚介類が集まり、本来の里海が形成され、水産資源の増殖ができる。ここでは、海藻肥料の特徴、2013年から水質を悪化させるアオサの肥料としての活用に取り組み始めた千葉県習志野市谷津干潟の事例、数年前から中海の水質環境を悪化させるオゴノリ属の肥料化に取り組んで鳥取県境港市の事例、アオサ粉の製造と採取過程で除外されるアオサを肥料として活用している愛知県田原市の事例、ホンダワラ類の打ち上げ海藻を肥料として活用している大分県杵築市の事例、および藻場の間伐によってできる里海について説明する。水質や景観を悪化させていることが明らかな地域でも、海藻を大量に採取するには、事前の漁業者や自然保護団体との合意形成が必要である。海藻採取による水質と景観の改善、および水産資源の増殖、それらの活動による地域活性化の効果について報告する。

2. 海藻肥料の特徴

海藻は、塩素、ナトリウム、マグネシウム、カルシウムを除き、海水の数倍から数万倍のミネラルを含んでいる（表1）。それらは、長い年月をかけて陸上から海に流失して、海水中に蓄えられた成分である。それらのミネラルは、連作と化学肥料の連続使用で疲弊した農地の土壌回復に効果がある。

表1 一般的な海水と中海産海藻成分の濃度（海藻は淡水で洗わず乾燥）

種類	Cl	Na	Mg	Ca	K	C	N	P ₂ O ₅	Zn	Cu	Cd	Fe
海水	58.2	32.43	3.85	1.24	1.20	0.08	0.03	*	*	*	*	*
ホソジュズモ		0.84	0.32	0.10	9.96	17.5	1.38	0.46	0.011	0.003	*	0.051
ホソジュズモ		0.96	0.30	0.66	13.22	24.2	2.75	0.38	0.002	0.001	*	0.036
オゴノリ属		0.82	0.27	0.06	11.04	20.5	1.95	0.37	0.007	0.001	*	0.042
ツルシラモ		0.77	0.22	0.15	10.68	28.4	3.47	0.42	0.002	*	*	0.002
シラモ		0.67	0.59	0.18	12.66	23.8	2.75	0.57	0.004	*	*	0.027

*:0.001%未満

農文教の「現代農業」用語集では、次のように説明されている。「微量な成分が効果を発揮する理由として考えられるのは、酵素とのかかわりである。生物のからだのなかではさまざまな酵素がつくられ、あらゆる生理作用を進めるのに重要な役割を果たしている。酵素はタンパク質でできているが、その中心にミネラルが欠かせない。それが、マグネシウム、モリブデン、亜鉛、鉄、銅、マンガンなど、海水に含まれているミネラルなのである。ボカシ肥をつくるときに、海水や自然塩を加えると発酵が進んだり、作物にこれらを葉面散布すると病気に強くなったりするのも、海水由来の様々なミネラルが酵素の働きを通じて微生物や作物を活性化するからだと考えられる。微生物に取り込まれたミネラルは、アミノ酸や有機酸によって包み込まれる（キレート化・錯体）ことで作物に吸収されやすくなるという。」

もう一つの特徴は、紅藻由来の寒天が微生物の培地として使われ、海藻には微生物を増やす多糖類とミネラルが豊富に含まれていることである。土壌中の有機物の粒子は、微生物に分解されることで、植物が根から養分として取り込むことができるようになる。海藻は土に鋤込むと分解が比較的速く、微生物を持続的に土壌中で増やすために、伝統的に海藻肥料を使っている地域では海藻を農地に上置きしている。その結果、作物の収穫量が増え、味が良くなり、病虫害に強い作物になる。農作物中の硝酸態窒素が、多糖類に変化しやすくなり、農薬と化学肥料栽培の農作物より硝酸態窒素の濃度がかかなり低くなることで農作物が元気に育つと、害虫がつきにくいと言われている。陸上植物と同じ種子植物の水草と海草は、海藻に比べて微生物を増やす効果は少なく、発酵させなくて

も分解しやすい植物として使われている。

また、海藻を肥料にすると塩害があると信じられているが、大量に使用しない限り、塩害はない。むしろ、瀬戸内海の大崎上島などでは、海水が付いたままのアマモを農地に上置きし、塩害はと聞かれると「塩益」ですと答えている。塩分を嫌う植物以外では、海藻はナトリウムをほとんど吸収せず、浸透圧を調整するために、カリウムなどのミネラルを藻体に取り込んでい

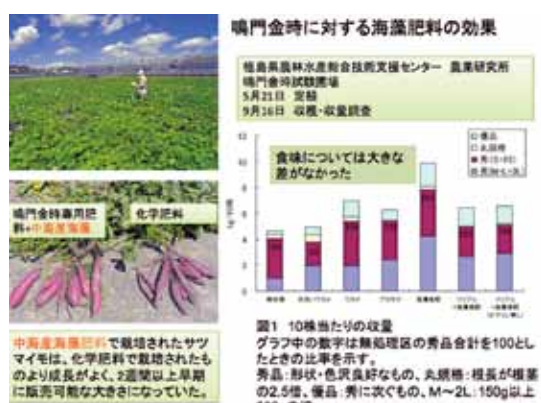


図2 鳴門金時に対する海藻肥料の効果

高橋・前嶋（1998）は、ナトリウムと植物の関係について、以下のように指摘している。「陸上植物にとってカリウムが必須元素であるのに対して、ナトリウムは必須元素になっていない。しかし、植物の中にはナトリウムを吸収することによって生育のよくなるものがあり、その効果はカリウムの供給が十分でないときに現れやすいことも知られている。ナトリウムによる生育促進効果と

地上部のナトリウム含有量との間には比例関係が認められ、また生育量の増加には含水量の増加が伴った。これらのことからナトリウムは、作物体内でカリウムの代わりに浸透圧を作出することによって、作物の保水力、吸水力に寄与し、生育に貢献していると推察された。」

3．千葉県習志野市谷津干潟における取り組み

谷津干潟を初め、多くの内湾域で大量に発生するアオサは、寄り藻として海底に厚く堆積すると貧酸素下で細菌に分解され、その過程で硫化水素を発生させ、多くの動物を死滅させる。アオサを肥料として海底から取り除くことができれば、この影響を軽減することができる。そのための合意形成の一環として、2013年10月に「アオサについて考える集い」が開催され、2014年から谷津干潟のアオサが小規模に除去され、周辺の校庭や公園において、肥料として実験されている（図3）。校庭の土をそのまま耕し、アオサが肥料として使われている。収穫数と量を調査中であるが、海藻を上置きした方がどちらも多いそうである。



図3 千葉県習志野市谷津干潟における取り組み

4．鳥取県境港市中海における取り組み

汽水湖の中海ではシラモとツルシラモが総称としてオゴノリと呼ばれている。中海産のオゴノリは、寒天原藻として、1960年に最大7000tが採取されていたが、安い外国産寒天原藻の輸入量が増え、1998年以降は採取されていない。中海のオゴノリは、岩などに生育しているのはまれで、湖底を漂う寄り藻の状態増殖している。それらのオゴノリとホソジュズモが湖底に30～60cm以上堆積すると、分解する過程で硫化水素を発生させ、アサリなどの水産資源を死滅させている。そのため、NPO法人未来守り（さきもり）ネットワークでは、漁業者とともにオゴノリなどを採取し、肥料化することで中海の水質を改善する取り組みを行っている（図4-5）。

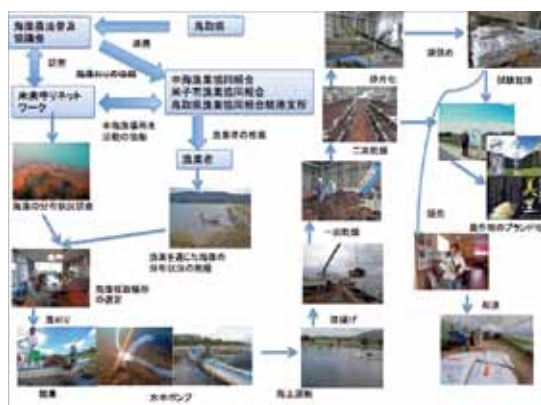


図4 中海・宍道湖での海藻肥料化の流れ



図5 中海・宍道湖の環境と経済の地域循環

2006～2007年には、湖岸に打ち寄せられた海藻を国土交通省から引き取り、2008年以降は漁業者とともに中海北部において寄り藻を採取している。また、水産庁の予算による島根県の事業で、2009年には推計で580t、2010年にそれ以下の寄り藻が島根県側の湖底から採取され、その一部をNPOが肥料として加工するために処理を引き受けた。

提供あるいは採取された寄り藻は、2006年から鳥取県の農家の水田に肥料として活用され、海藻米「美里^{きより}」と海藻米「ひな」がブランド化されて流通している。また、2009年から海藻肥料でミニトマト、ピーマン、コマツナ、白カブ、サツマイモなどが栽培され、一部はブランド化されている。需要が増えてきたため、2010年から「ミネラル海藻」の商品名で、乾燥させて粉碎した海藻が2800円/6kgで販売されている。

海藻肥料の消費を商品化の前に拡大するために、1996年から鳥取県日南町などの農家に海藻を提供し、1997年から海藻肥料によってブランド化された奥大山海藻米「美里^{きより}」などが販売されている。海藻肥料事業の収益を安定させて継続していくために、さらに採取から加工までの効率化を図るか、肥料より高い単価の食品と飼料の生産も並行して行う必要がある。

5．愛知県田原市における取り組み

アオサ（標準和名アナアオサ）はあおさ粉に加工され、焼きそば、たこ焼き、お好み焼きなどに使われる。アオサの生産統計がないので、現在の生産量と生産額は不明であるが、1999年の生産量が乾重量で約1,000トン（湿重量はその10倍）、生産額が十数億円と推定されている。その90%以上が三河湾の田原市産と言われている。

三河湾の田原市沿岸で、杉浦商店が1976年に本格的な工場生産を行うようになり、生産量が急増するきっかけを作った。創業者の杉浦弘知氏は漁業者でないが、アオサを駆除すればアサリの死滅を防止することができると漁協を説得し、アオサの大量採取を実現している。金属製のT字型の「とんぼ」というアオサの採集器具の開発によって採取が効率化されただけでなく、船の速度を調整することで寄り藻堆積層上部の品質の良いアオサを選別採取可能にしたことが、アオサの主要産地になるのに貢献したと考えられる。また、この地域においてアサリの漁獲量が1,700トン前後あるのは、アオサの大量採取によって水質環境が維持されていることによると思われる。

一方で、杉浦氏は、製造工程で取り除かれる食品にならないアオサを自分の水田と畑に撒いて、肥料として活用している（図6）。アオサの産業的な利用の結果として廃棄されるアオサが農業にも活用され、アサリの資源量が維持され、経済的に循環する地域循環型の一次産業が成り立っている。この地域では、他の地域より1977年と遅くまで地域一帯でアオサが肥料として活用されていた。食用のアオサを採取して加工する仕組みができていたので、地域の農作物をブランド化するためにさらに多くのアオサを採取し、肥料用に加工してほしいものである。



図6 渥美半島における海藻の肥料化

6．大分県杵築市狩宿における取り組み

大分県杵築市狩宿においては、打ち上げ海藻のホンダワラ類を肥料にすることで無農薬栽培が可能になり、ニホンミツバチも増えている。海藻を農地に上置きすると、農作物に害虫が付きにくくなることが知られている。ユズでは農薬を5～10日ごとに散布した区画より、無農薬で海藻肥料を農地に散布した区画の方がアブラムシやハモグリガの幼虫が極端に少なく、葉が縮れるようなことが少ない。海藻肥料の効果は、1ヶ月ほどで現れ、収穫期には味が良くなり、収量が増えることが確認できた。「狩宿里海・里山プロジェクト」(図7-8)では、自分たちの農薬散布作業時間が浮いたことにより、周囲の農地において非ネオニコチノイド系農薬であるなら散布を肩代わりする取り組みをしている。その結果農薬による被害がなくなり、益鳥と益虫が増え、ニホンミツバチは分蜂を繰り返している。



図7 大分県杵築市の石積みの溝と湧水



図8 狩宿里海里山プロジェクト

打ち上げ海藻のホンダワラ類を農家が大量に採集することで漁業者とトラブルが起こらないよう、降水が地下に浸透しやすい石積みの溝を保全し、守江湾の海底から湧水が湧き出る環境を維持する取り組みもしている。里山と里海の物質循環の修復によって、養殖ガキの成長が良くなり、水産物のブランド化も可能と説明し、漁業者とも連携している。

7．海藻の肥料と食品としての利用で里海を再生して地域活性化

ホンダワラ類などの藻場やアマモ場を間伐することで(谷口・新井 2011)、陸上での森の間伐と同様に魚介類の住み場が形成される(図9)。特に、幼稚魚や魚の餌になる小型甲殻類は、群落周囲の明暗の差の大きい境界部に住んでいる。産業的な海藻採取の結果として、生物の多様性や生息量の増加する里海づくりとして広報することで、漁業者や自然保護団体との合意形成が容易になる。また、それらの活動が社会的に注目され、海藻食品や海藻肥料の流通経路の確保に役立つはずである。

また、海藻の食文化は広がりやすく、一部の地域でしか商品化されていないタマハハキモク、ヤツマタモク、クロメなどの海藻がある。ホンダワラ類の密生し



図9 「間伐」による里海づくり

た藻場が残っている地域では、採集方法などを工夫して、積極的に活用すべきである。大量に打ち上げられるホンダワラ類も未利用な地域が多く、海藻研究所では乾燥させたホンダワラ類を各地で集めて肥料として販売する仕組みを作りたいと考えている。

参考文献

- 平塚純一・山室真澄・石飛裕（2006）里湖モク採り物語—50 年前の水面下の世界，生物研究社．
- 大野正夫（2006）海藻肥料，堀輝三・大野正夫・堀口健雄編，「21 世紀初頭の藻学の現況」，日本藻類学会，pp128-131.
- 高橋英一・前嶋一宏（1998）ナトリウムの有用性に関する比較植物栄養学的研究，近畿大学農学部紀要，31，57-72.
- 谷本照己・新井章吾（2011）：人手と藻場の生物多様性，沿岸海洋研究，48，117-123.