

S^{35} の海藻への転移に関する研究-I*

斉藤要・鮫島宗雄・田中剛

Studies on the Uptake of S^{35} by Marine Algae-I

Kaname SATIO・Muneo SAMESHIMA and Takesi TANAKA

1) It was ascertained that the S^{35} uptake curves of such marine algae as *Ulva pertusa*, *Hijikia fusiforme*, *Endarachne binghamiae* and *Porphyra suborbiculata*, were almost resemble to each other; but in the transferred amount some specific differences were observed.

2) The S^{35} uptake by *Ulva pertusa* was slower than in case of the fission products uptake by the same one; describing of the chief difference between behaviours of S^{35} and fission products, in case of former, almost no transference was observed in the algae lost its vitality, while in case of the latter, almost the same degree of transference was observed irrespective of the vitality of the algae.

3) The amount of fission products uptake by marine algae was precived to be almost proportional with the surface dimension per weight of the algae, while in case of S^{35} such a considerable tendency was not observed.

4) It was ascertained that *Ulva pertusa*, cultured in the sun, absorbed S^{35} for more rapidly and abundantly than those cultured in the dark place.

These phenomena might be occasioned by the following reasons; namely, the transference of fission products, having little or no relationships with the nutritious substances for algae, to the algae, was mainly based on the physical adsorption between the surface zone of the algae and the substances; while the uptake of S^{35} , one of the essential element for the growth of algae, was on the physiological absorption.

緒 言

放射性同位元素を生体内に導入してその元素の生理作用を放射性によって明らかにせんとする、いわゆる tracer 実験は最近各種の生物について行われているが、海藻類を対象としたこの種の実験は少なく、わずかに SCOTT 氏¹⁾²⁾³⁾⁴⁾ が Cs^{137} , Ru^{106} , C^{14} 含有 alanine 及び I^{131} 含有 iodoamino acid を、又 CHAPMAN 氏等³⁾ が Cs^{137} 其の他を用いた報告を知る程度である。著者等は先に fission products (以下 F.P. と略記) を含む海水中に培養した海藻の放射能汚染状況を検討して、所定条件下における水産生物の単位量当りの放射能汚染は、海藻類が魚介類より速かであること、汚染度の強弱は藻体の単位重量当りの表面積並びに体表粘質物の量及び質に関係があって生活力の有無には殆んど無関係であること等を認め、F.P. による海藻類の汚染特に初期汚染は、生理的吸収現象というよりも主として F.P. と藻体成分との間の物理的吸着現象によるものと推論した。⁵⁾

ところで海藻類の生存に必要な生元素の藻体への転移の様相は当然 F.P. とは異なるものと考えられる。そこで著者等先ず S^{35} を用い藻体内での同元素の吸収、循環、分布、集結、排泄、さらに含硫黄成分の生合成等の現象を明らかにせんとして実験を進めているが、本報では S^{35} を含む海水中に数種の海藻を培養し、その転移状況を F.P. の場合と比較検討した結果を報告する。

実 験 の 部

供試海藻: いずれも鹿児島湾内の海岸において1956年4月から6月までの間に採集し

* 本報告は昭和32年10月、日本水産学会秋季大会(函館)にて発表した。

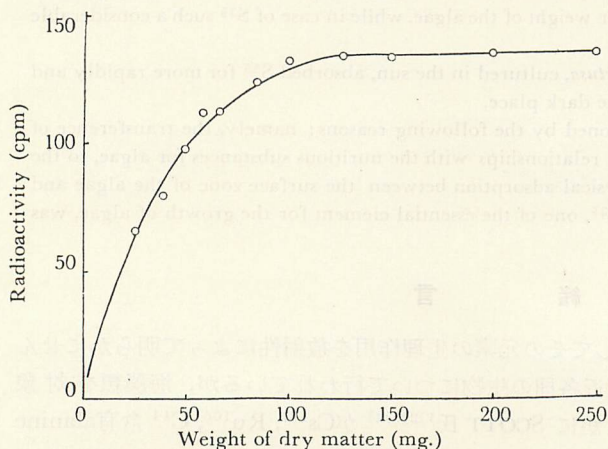
たものであって、その種類は次記の如くである。

緑藻類	アナアオサ	<i>Ulva pertusa</i>
褐藻類	ヒジキ	<i>Hijikia fusiforme</i>
"	ハバノリ	<i>Endarachne bighamiae</i>
紅藻類	ツクシアマノリ	<i>Porphyra suborbiculata</i>

S³⁵ 含有海水の調製: 東洋濾紙 No. 2 で濾過した海水 4l を直径 30cm 約 5l 容のガラス製水槽にとり、これに S³⁵...S³⁵ (P-1), Na₂ SO₄ type in HCl solution, carrier free, assay on 31-5-1956 pH7...を加えて使用した。

F. P. 含有海水の調製: Oak Ridge 製 Batch No. 24, 4.3N HNO₃ solution, assay on 22-9-1955 を使用し、前記 S³⁵ と同様に濾過海水に加えて調製した。両培養海水の持つ放射能強度については各実験の項に記載する。

測定試料の調製と使用 counter: 海藻試料は毎回約 2g をとり水道水で附着する海水を洗い去り、濾紙にて水切り後約 80°C で電熱乾燥を行い、粉末としてステンレス製試料皿



Sample (*Ulva pertusa*), absorbed S³⁵, was counted in form of dry matter, and placed in a stainless steel dish, which having 2.5cm. of diameter and maintained 1.5cm. of distance from window of GM tube.

Fig. 1 Change in counts by self adsorption.

にとり測定したが、試料重量と測定値との関係を検討した結果は Fig. 1 の如くである。即ち 50mg 以下では大体比例的であるが、それ以上では自己吸収が大きくなり比例的関係は得られない。故に測定の規準量を一応 50mg とした。

一方培養海水は駒込ピペットで 0.5cc を同試料皿にとり赤外線乾燥し測定に供した。

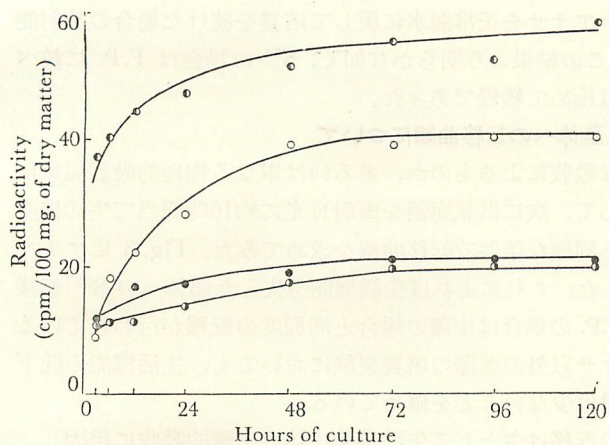
使用 counter は科研製 Model-100 で測定台の最上段(マイカ窓よりの距離 1.5cm)にて計測し、海藻試料は乾物 100mg 当りの、又海水は 1cc 当りの count を

net cpm として表示した。なお S³⁵ の物理的半減期は 87 日であるが長期間(10日以上)の培養実験の場合にはこれを考慮した。

結果及び考察

S³⁵ 転移曲線の種属的差異について

1,056 cpm/cc の S³⁵ を含む海水 5l 中にハバノリ、アナアオサ、ツクシアマノリ、ヒジキ各 25g を水温約 18°C で 1 日数回攪拌しつつ培養し、所定時間ごとに海藻へ転移した放射能を計測した結果を Fig. 2 に示した。これによると S³⁵ の転移曲線は各試料共同様の傾向を示し、48~72 時間で転移量はほぼ最高となり以後平衡状態を保つ結果となっている。又単位重量当りの S³⁵ 転移量はハバノリが最も多く、アナアオサがこれに次ぎ、ツクシアマノリ、ヒジキはハバノリの約 1/2 量であった。この様に S³⁵ の転移量には外観上の形状



S^{35} was employed in form of $Na_2 SO_4$ with a radioactivity of 1,056 cpm/cc. of culture water. Cultivation and counting standards in Fig. 2~5 were same to Fig. 1.

- *Enderachne bighamiae*
- *Ulva pertusa*
- *Porphyra suborbiculata*
- *Hijikia fusiforme*

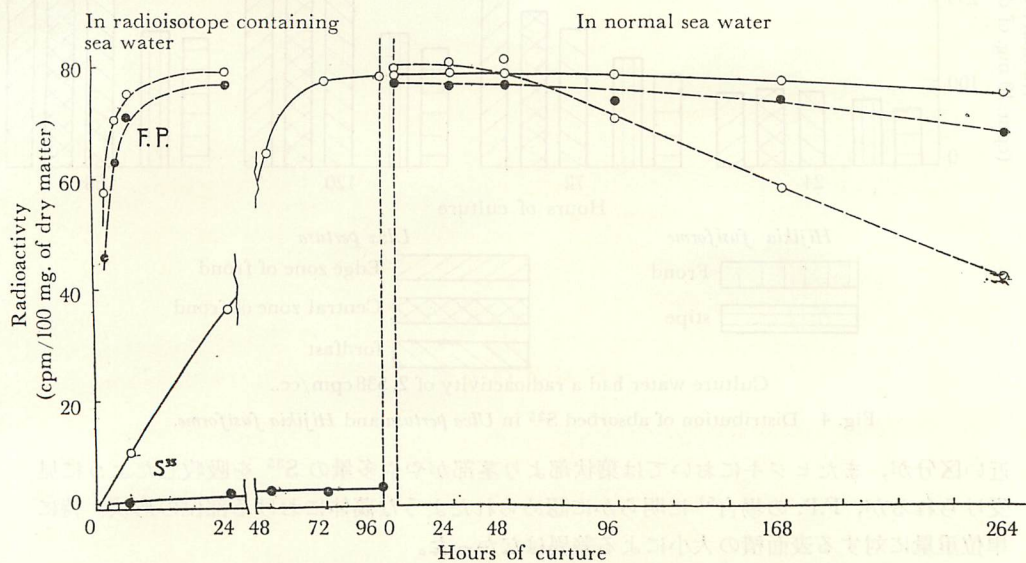
Fig. 2 S^{35} uptake by several species of algae (cultured at Ca. 18°C.)

(約 $1m\mu c/cc$) の海水中に 6 時間培養すれば充分である。即ち S^{35} の場合は F.P. の場合に比べ、約 160 倍の count を持つ海水中に 12 倍の培養時間を要してはじめて同程度の放射能強度を有するアナアオサが得られるのである。この事実は S^{35} の藻体への転移が極めて遅くかつ弱いことを示している。

が比較的類似した海藻間 (ハバノリ, アナアオサ, ツクシアマノリ) にも種属的差異が認められたが、その差異の程度は F.P. の場合⁵⁾ よりも大きいようである。

S^{35} と F.P. の生藻への転移曲線について

アナアオサについて得られた結果を示すと Fig. 3 の如くである。即ち 1,430cpm/cc (約 $0.1\mu c/cc$) の S^{35} を含む海水中において、藻体への S^{35} 転移は約 72 時間で最高となり、乾物 10mg 当り約 80cpm を示す様になったが、F.P. 含有海水中で之と同程度の放射能強度を示すアナアオサの乾物を得るには、9cpm/cc



Radioactivity of S^{35} containing sea water was 1,430 cpm/cc. and that of F.P. was 9cpm/cc..

- Algae with vitality
- Algae lost vitality by exposed to sunlight

Fig. 3 Count-variation of *Ulva pertusa* cultured in radioisotope containing or normal sea water.

一方 S^{35} と F.P. が転移したアナアオサを正常海水に戻して培養を続けた場合の放射能強度の変化を Fig. 3 に併記した。この結果より明らかな如く、 S^{35} の場合は F.P. に較べ 10 日後においても藻体からの転移は極めて緩慢であった。

S^{35} と F.P. の生活機能を失った藻体への転移曲線について

両物質の藻体への転移が生理的な吸収によるものか、あるいは単なる物理的吸着現象に類するものかを検討する一手段として、次に供試海藻を直射日光に約 10 時間当て生活機能を失わしめた藻体について、生藻と同様な条件で転移曲線を求めてみた。Fig. 3 にアナアオサについて得られた結果を併記した。これによれば生活機能を失った藻体への S^{35} 転移は殆んど起らなかったのに対し、F.P. の場合は生藻の場合と同程度の転移が行われていることが明かである。またアナアオサ以外の海藻の培養実験においても、生活機能の低下したと思われる藻体への S^{35} 転移量は少ないことを確かめている。

これらの事実より S^{35} の藻体への転移は主として生活現象に伴う生理的吸収に起因し、一方 F.P. の転移は藻体成分との物理的吸着現象に類するものと考えるのが妥当のようである。

藻体の部位による S^{35} 転移量の差異

アナアオサ及びヒジキを 2,538 cpm/cc の海水中に培養し、藻体の各部位による S^{35} 転移量の差異について検討を行った。即ちアナアオサについては附着根に近い区分、葉体の中央部及び周縁部の 3 区分に、ヒジキについては茎部及び葉状部の 2 区分に分割し、所定時間ごとに count を測定した結果を Fig. 4 に示した。これによればアナアオサは附着根に

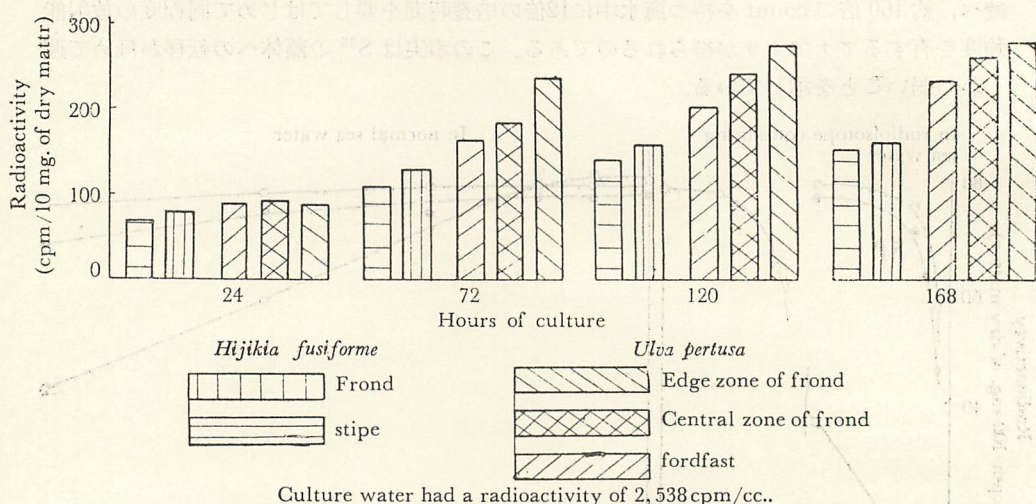


Fig. 4 Distribution of absorbed S^{35} in *Ulva pertusa* and *Hijikia fusiforme*.

近い区分が、またヒジキにおいては葉状部より茎部がやや多量の S^{35} を吸収したように見受けられるが、F.P. の場合⁵⁾ に明らかに認められたような藻体における部位の形状、特に単位重量に対する表面積の大小による差異はなかった。

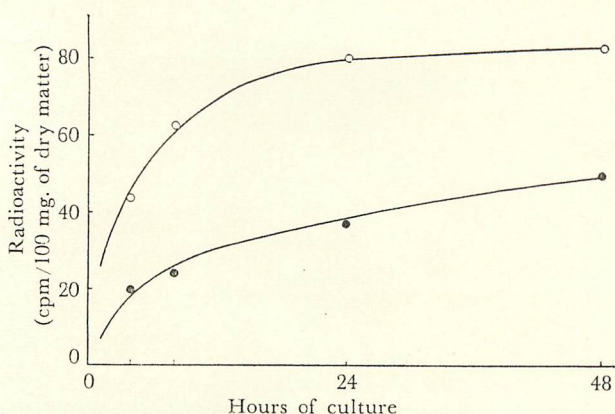
オートラジオグラフ

海藻の種属によりそれぞれ特徴を有する生長点の問題、あるいは時期的に形態の変化する藻類にあっては、各時期における栄養塩類の吸収または細胞内外におけるその分布状況

を解明する上に、オートラジオグラフ法は興味ある実験法である。そこで著者等は S³⁵ を吸収したアナアオサ及びヒジキの切片を作り、富士オートグラフ乾板（コンタクト用）を用いて検討を試みた。その結果、細胞内外における S³⁵ の分布状況については明確な差異は認められなかった。この原因は藻体内における S³⁵ の放射能強度が弱いことにもあると考えられるが、なお検討中である。

光線の S³⁵ 吸収に及ぼす影響

同時に調製した2個の培養水槽を1個は通常通り窓際に近い明るい位置に置き、他の1個には黒色の遮光布をかぶせて暗所に置きアナアオサを培養したところ、Fig. 5 の如く明所に培養したものは、暗所のものに較べ多量の S³⁵ を吸収することがわかった。この傾向は特に培養開始後比較的初期の24時間以内において著しかった。一般に植物は暗所より明



Culture water had a radioactivity of 1,990 cpm/cc..

○ Normal cultivation

● Cultured in dark place

Fig. 5 Effect of sunlight on S³⁵ uptake by *Ulva pertusa*.

所において代謝作用特に光合成が旺盛であることより、生元素である S³⁵ の転移する速度及び量に、前述の如き差異の見られるのは当然の結果と思われる。またこの事実是有用海藻の最適培養条件を、放射性同位元素の利用により比較的簡単に判定し得る可能性を示唆している。

要 約

1) S³⁵ 含有海水中で培養(水温約 18°C)したハバノリ、アナアオサ、ツクシアマノリ、ヒジキは、いずれもほぼ同様な S³⁵

転移傾向を示し、48~72時間で転移量は最高に達し以後は平衡状態を保ったが、その量には若干の種属的差異が認められた。

2) S³⁵ の海藻への転移は F.P. の転移速度に較べ非常に遅く、両者間の最も異なる点は、F.P. が海藻の生活機能の有無にかかわらず同程度の転移量を示すのに対し、S³⁵ は生活力を失った藻体へは殆んど転移しないことである。

3) F.P. の場合は同一藻体の部位による転移量の多少は、その部分の形状特に表面積の大小との間に密接な関係が存在するが、S³⁵ ではそのような関係は顕著でなかった。

4) 明所に培養した供試海藻は暗所で培養したものより S³⁵ の転移速度が速く、かつ転移量が多いことを明らかにした。

5) 前述の諸結果は、海藻の栄養生理に関連性の少ない F.P. の藻体への転移が、主として藻体成分との間の物理的吸着現象に類するものであるのに対し、重要な生元素の一つである S³⁵ の転移には、生理的吸収作用が支配的に関係することを示唆していると考えた。

終りに本報告は昭和31年度文部省総合科学研究費（水産物に関する放射化学的研究）による業績の一部である。記して謝意を表す。

文 献

- 1) SCOTT, R.: Institute of Seaweed Research, Aberdeen, Annual Report 1954, p. 33.
- 2) SCOTT, R.: *ibid.*, Annual Report 1955, p. 38.
- 3) SCOTT, R.: Proc. Radioisotope Conference 1954, 1, 373 (Butterworth Scientific Publications, London).
- 4) SCOTT, R.: Nature, **173**, 1098 (1954).
- 5) 齊藤 要・鯨島宗雄: 鹿児島大学水産学部紀要, **5**, 196 (1956).



Fig. 1. Effect of salinity on the growth of *Chlorella vulgaris*.
 ● Chlorella in dark place
 ○ Chlorella in light place

1) 2) 3) 4) 5) 6) 7) 8) 9) 10) 11) 12) 13) 14) 15) 16) 17) 18) 19) 20) 21) 22) 23) 24) 25) 26) 27) 28) 29) 30) 31) 32) 33) 34) 35) 36) 37) 38) 39) 40) 41) 42) 43) 44) 45) 46) 47) 48) 49) 50) 51) 52) 53) 54) 55) 56) 57) 58) 59) 60) 61) 62) 63) 64) 65) 66) 67) 68) 69) 70) 71) 72) 73) 74) 75) 76) 77) 78) 79) 80) 81) 82) 83) 84) 85) 86) 87) 88) 89) 90) 91) 92) 93) 94) 95) 96) 97) 98) 99) 100)