

## 「森・川・海・磯焼け・雪・台風」を 各種研究から「海と森のレポート」

1998.4 初作 環境アドバイザー中野雅幸

### <磯焼けの原因は森林か>

北海道日本海沿岸における「磯焼けは森林伐採による鉄分不足」とする「陸上起源説(松永 1993)」に対し北海道立中央水産試験場は、世界的に共通した生態学的要因によって起っていたことを実証し「磯焼けは技術的に克服できる」と報告した(1994)。

### <積雪と水質、水量の研究報告から>



04年03月山形村平庭国有  
林標高900㍎カマツ人工  
林列条間伐箇所、積雪深  
1.8㍎、比重0.3~0.4

古い漁師のお話を伺うと、雪の多い年はコブ、ワカメが豊漁であると口を揃えて言う(ウニ、アワビも増える)。雪の多い年は河川の水が多くなり、夏場の河川の水量も安定し水温も低いたため、窒素を含んだ溶存酸素濃度の高い水が海に流入し、沿岸海水を高栄養化にすると推測される。

森林の降雪量は表面貯水(雪)と地下貯水(氷や地下水)となる。積雪は多雪地帯において、年降水量の40~50%を占めると報告されている。それは川を流れる水の量の約半分、特に夏場の河川水の多くを補う。

### <河川水量減少の原因及び影響>

森林を■皆伐した場合、積雪の融雪は早まり流出は早く終わる。水量の月最大流量も伐採前は伐採後より大きい。

昭和20~40年代にかけての成長量を越えた森林の伐採(拡大造林政策)や大面積皆伐。1950年代から顕著に見られるエルニーニョ現象による温暖化により、積雪の減少と保水力の減少が相乗的に重なり、現在の河川水量が大きく減少したものと考えられる(安家川で3分の1~半分と聞き取り調査)。

積雪の減少、早期融解、地球温暖化による雪の密度低下が河川の水量低下と共に水温を高めていると考えられ、低水温高栄養下で育つコブ類の成

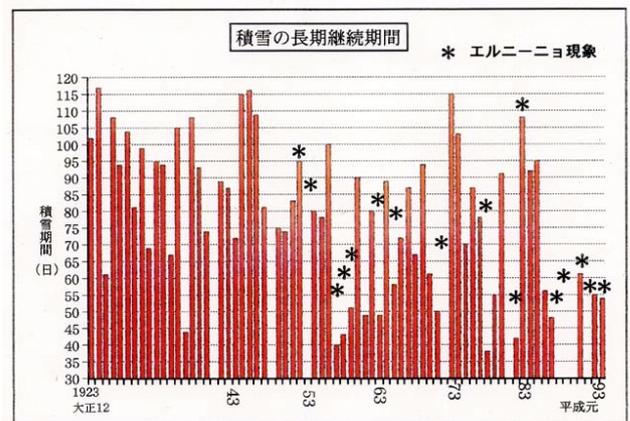
長を生理的に悪化させ、これを主食とするウニ、アワビの生育、更には沿岸で生育する魚貝類にまで悪影響を及ぼしていると考えられる。

### 【エルニーニョ現象と積雪の減少】

盛岡気象台のデータ1923(大12)~1994(平6)の積雪量及び■長期積雪期間をグラフ化しエルニーニョ現象発生年をそれに印したところ、両方とも大きな影響を受けていたことが分かった(中野1998)。

1923年(大12)と1994(平6)を比べると長期積雪期間は22日以上現代が少なくなっていることが分かった(中野1998)

1960年代に比べ1990年代は大幅に積雪量が減少し、積雪期間が少なく、融雪の早いことが分かる。岩手沿岸安家川における調査でも河川水位の減、水温の上昇が認められる(種鮎の死亡など)。



### <森林に蓄積される「雪資源」開発の必要性>

河川の水量は山地地下水がその量を大きく左右する。積雪を保ち、残雪の期間を長めることにより水資源の確保につながる。

1. 針葉樹林内の積雪は少ないが融解し難く、広葉樹林内は積雪が多いことが研究で分かっている。

2. 研究によれば樹木の間伐によって積雪深は30%程度多くなり、■択伐や■帯状伐採によって積雪を多く保つことが可能である。森林施業において計画的に実施すれば積雪量、密度、融雪時期をある程度コントロールすることが可能であり、特に人間の手を加えることの多い人工林においてその機能が重要視される。

### <保水力の高い森林とは>

「■壮齡林からは水の供給が少なくなる」「森林は水の消費者」、など言われているが、優れた森林は間違いなく水資源涵養機能が高い。

1. 研究者の諸説や筆者30年の経験から推察するに、樹幹が太く(根張りの大きい)樹高が高い森林ほど保水力は高いと推察している。

その理由として、光は距離の二乗に反比例減少するから、樹高が高くなるほど林床に届く太陽光は減衰し地表の水分蒸散は少なくなる。若齢林に比べると林内温度は低く、積雪も長期に残り、貯水効果が高まる。上記の森林における真夏の「**樹雨**」(木雨)は良い例である。

2.1の森林においては、空気中の雲や霧の水分をよく捕らえる。発達した地下根茎と腐蝕根茎は雨水を地下に浸透させ貯える。林地表面の落葉落枝の腐蝕層もその効果は高い。

優れた森林とは、以上の機能を有するほか、生物の多様性を支える針・広葉樹が環境上適度に混交した森が有効と考えられる。

#### < 針葉樹と広葉樹の保水力の違い >

諸説から次のように考える。

針葉樹、広葉樹の「適地」は傾斜方向、温度、乾・湿度、林地の標高、土質などによって違いが出る。例えば天然ブナ林とスギ人工林などを比較することは適当ではない。

戦後の大面積「**拡大造林**」のため、広葉樹大径木林を伐採し若齢な針葉樹人工林に変わった場合、その林地から流出する**日常の水量**が減じる森林地帯が現れたことは筆者の体験によると現実であった。しかし、ブナ林と人工林スギやカラマツが同じ100年の林齢、同地帯である場合の比較は現在例になる森林が無い場合の推測の域を出ないが、針葉樹林が広葉樹林より保水力が劣るとは学術上の報告も無く、筆者の経験上も考え難く、カラマツ人工林50年とブナ林150年を比較しても保水力に優劣はつけがたい。また、スギ人工林百年超の林内からの湧水は地下茎の発達により起こったものと推察され、水源はもとよりサワガニ等の水生生物やムササビなど動物の生息場所としても良好である。

#### < 樹幹流と酸性水 >

「針葉樹林が酸性水を生む」の認識が一部にあるが、酸性水が一部認められる「**樹幹流**」と森林全体から流れる雨水は別である。

相澤ほかによると、樹幹流のpH(H<sub>2</sub>O)の高い(酸性傾向)樹種として次のものをあげている。

ヒバ(5.1~6.1)、ブナ(5.9~6.5)、ユリノキ(5.9~6.7)、オニグルミ(5.5~6.5)ハリギリ(5.6~6.6)、ヤマナラシ(5.8~7.2)。

またpHの低い樹種として スギ(3.5~4.1)、コバノヤマハンノキ(3.4~4.6)、オオヤマザクラ(3.7~4.6)、ホオノキ(3.2~4.2)等である。

1. この樹幹流の影響する範囲は、およそ根元に

限られ、カラマツ林の場合、林内雨の20分の1の量でしかなかった(相澤・1996)。

2. 樹幹流が酸性傾向を示すスギなどの根元から離れた位置では、林令が増すほどpHが上昇する傾向がある。スギの葉中には高濃度のCa(カルシウム)が蓄積(澤田1991)根元から離れた土壌ではCaが増加、pH上昇の進行が考えられる。

3. 樹幹流の塩基濃度が低いブナなどは根元土壌の交換性塩基の減少が見られる、根元から離れた土壌は根元よりpHの低下傾向になる。

4. 樹幹流のpHはCaが多く含まれている樹種ほど高い傾向にある、ユリノキなど。

#### < 山地流域から流出する浮遊土砂と有機物・(柳井、寺沢1995) >

現在において、森林と河川、海域に生息する生き物との生態的関係の具体的検証の例は少ない。

・浮遊土砂の質：流出土砂の30~50%が有機物(約4分の1)である。

・広葉樹の葉は針葉樹に比べ分解が早いため、土砂に含まれる率が多くなる。

・溶存状態の有機物はバクテリア、植物性プランクトンに摂取され、動物性プランクトンを介し魚介類に利用される。...森と海の関わり例

・不溶存状態(懸濁状態)の有機物は栄養的には利用されにくい。

...そのほかの報告として。

海域にもたらすシルト(数ミクロン~数十ミクロンの粘土状の土)等の無機成分は、藻類にマイナス影響を及ぼし(荒川、松生、1990)有機物はプラス作用がある。

#### < 流出土砂が魚、藻類に良い影響を与えたとした研究例。 >

(青森県今別町の地元漁協要望により、治山ダム土砂排出工事の例)

海岸侵食防止事業(堰堤)によって海藻生育箇所の砂礫移動が少なくなり、磯岩石の表面が砂に洗われなくなったため、藻類が減少したと考えられた。



(写真コウナゴの成魚とモズク)

土砂排出工事（堰堤の部分カット）の結果、コウナゴ（イカナゴ）の漁が増えイシモズク（ナガマツモ科）の生育が旺盛となったと報告されている。（旧増川営林署工藤ほか）

### 【河川に及ぼす森林の影響】

現在までの研究では、森林の水質保全機能の定量的な数値は十分に解明されていないと言われるが、一般的に生態系には重要な存在であると認められている。

- 1、落葉は川の虫、バクテリアの栄養源である、よって食物連鎖により魚にも及ぶ。
- 2、**■**河川林から落ちる虫、幼虫は秋口まで河川の魚などの重要な食料である。

#### < 溪流内設置の広葉樹分解速度研究より >

（柳井、寺沢 1995）

- 1、広葉樹の葉は針葉樹に比べ分解が早い。
- 2、広葉樹で分解され易いグループ... ハンノキ属
- 3、中間グループ... カエデ、ヤナギ属
- 4、分解され難いグループ... コナラ属、ブナ属、トチノキ



5、葉を食べる水性昆虫としてコカクツツトビゲラ属の幼虫が重要（積丹川）... 左写真は岩手県安家川

6、これらの生息密度の高い厳冬期に葉の分解が進み、c-n 比の低い葉の分解が早い。（窒素含有量の高いものに水生昆虫の嗜好性）

### 【河畔林の及ぼす影響・（サクラマス = ヤマメ降海個体、ヤマメ = 河川残留個体の例）】

桜の咲く頃、雪融け水に乗り、サクラマスは海から遡上、滝や淵に潜み 10 月頃の産卵期まで、餌をほとんど採らず、自らの卵の成熟を待つ。

遡上サクラマス親魚は岩手県安家川の場合、ほとんどが雌といわれ（人工放流のためか近年雄が増えているとも言われているが海の「たて網」に入る雄もまれである... 写真）、産卵受精は主に河川に残ったヤマメ雄によって行われる。

### 珍しいサクラマスの雄成魚、定置網に入ったもの



産卵された卵は春にふ化し、5 月頃スモルト化（銀色化）したヤマメは海へ下り、（ほとんどの）雄は河川に残り、遡上してくるサクラマスを待つ。

サクラマスの生息限界温度は 25 以下、26 ~ 28 で死亡する。（左藤 1997 北海道）  
（昆布も 25 が生存限界）

< 完全うっ閉された林下の水中は底生昆虫が少ない。 >

過度の被陰により付着藻類の光合成低下により、それを摂取する水性昆虫も育たない。75 % 以上の被陰（7 割の光が届かない・相対照度 25 %）は藻類の生産性が低い（左藤 1997）

サクラマスの繁殖には滝、淵、瀬、堆積礫が必要である（山崎ほか）。（生息の三条件 産卵場所 餌を採る場所 昼や夜そして災害時に潜む場所）

#### < サクラマス幼魚の移動性（人工放流の場合） >

0 - （礫の中から浮上して 1 年未満の幼魚）は 20m 以下の移動性しかないもの 70 %、100m を越えて移動したもの 15 %（青山 1996）。

0 + （礫の中から浮上して 1 年以上の幼魚）は、月ごとの移動性調査においても定着場所から 50m の範囲内である。

0 + は 100m を越えて移動するものも見られた、特に産卵期に上流に移動し、最大移動距離は 1120m（積丹川）。

#### < サクラマス（ヤマメ）への河畔林の影響 >

天然稚魚の生息場所は植生が繁茂し、水中カバー（木の枝、笹、倒木など）の有る、流速の遅い川岸に集中する（平均体長 3.5 cm 4 月 5 月頃）。6 ~ 7 月は水中カバーの少ない流速の早い流心へ拡大する（永田 1997）。

水中カバーの有る所は無い場所に比べ 1.5 倍程度サクラマスが集まる。水中カバーの重要性は他の魚にも共通する（長坂、遊磨 1995）。

冬期は流速の遅い河岸植生下に潜む傾向が有る。冬期はほとんど餌をとらない。（左藤、積丹川調査グループ）

河畔林の食糧供給はヤナギ林、ケヤマハンノキ類の下が多い。

<落下昆虫の量(サクラマス  
"ヤマメ"の胃内容物)>



サクラマスの  
胃内容物(1994.  
6~11月)は、  
陸生動物 36%

: 水性動物 64%。

(人工的な環境を造っても生物の繁殖活動に効果  
は有る。) 生き物生存の三条件... P3 右中段

アメリカ、カナダなど大太平洋沿岸諸州では河畔林  
保護帯の設定が法律で義務付けられている(U.S.  
Forest Service)。

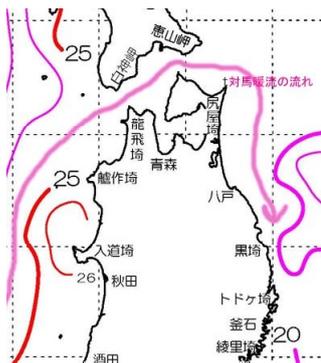
【石磯焼け】

近年、海の磯焼けが問題になっている(亜熱帯~  
亜寒帯の海)。岩手三陸海岸でもそれが顕著に現れ  
始めている。

磯焼けは明治 25 年(1882)日本では初めて記録  
された。

【磯焼けの定義】

岩礁の潮下帯から「海  
中林」(コンブやアラメ、  
カジメなど大型の海草  
類群落)が何らかの原  
因で消失、それまで下  
層として存在していた  
「サンゴモ平原」(石灰  
藻類)によって岩礁の  
ほとんどが覆われた状  
態が長期に続く現象。



《我が国の磯焼けの原因》

1、主として水温の変化(高温化)、黒潮や対馬暖  
流の影響。



写真は石灰藻エゾイシゴロモ  
無節サンゴ藻に覆われた岩礁

2、エル・ニー  
ニョ現象など  
の影響による  
夏期の低水温  
化や冬期の温  
暖化。

3、サンゴモ科  
紅藻(石灰藻)  
による岩礁の  
占有。

サンゴモ平原  
の拡大は世界的  
に危惧されてお

り原因も共通しており、エルニーニョ現象に起因  
することが多い(North & Dayton, 1984; 1987)。

4、植食動物(ウニ、アワビなど)の過度の摂食  
圧。(キタムラサキウニの生息密度が 200g / 平方  
メートル以上生息の場合(道立中央試験場 1994)。

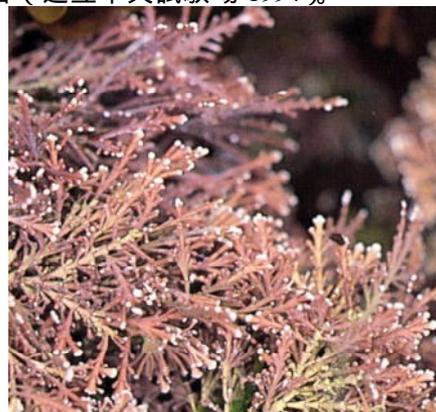
5、栄養塩(窒  
素、リンなど)  
の不足。

6、シルト状(粘  
土)土砂流入。

7、人為的汚染  
物質の流入。

8、コンブなど  
の過剰収穫。

などが報告さ  
れている。



また、生態学的要因によることを「磯焼け」、人  
為的要因によることを「磯荒れ」と区別すること  
もある。

<磯焼けから海中林(大型藻類)成立までのパタ  
ーン。>

その1、「サンゴモ平原」による岩礁の占有。

サンゴモ科紅藻(無・有節サンゴ又は石灰藻と言  
う)の「エゾイシゴロモ」、「エゾシコロ」などの  
特性。

ア)サンゴ藻はウニ、アワビなどの植食動物  
の摂食に強いが岩から表面剥離し易いため、他  
の藻類(コンブなど)が付着し難い(昆布も一  
緒にはがれる)。

イ)サンゴ藻は高水温、低栄養下で発生しや  
すい。海中林(コンブなど大型藻類)より以深  
に繁殖するが、海中林が維持されている海域で  
も林床には無節サンゴモは普遍的に存在する。

エゾイシゴロモ(サンゴモ科紅藻)はジプロモ  
メタン(揮発性ハロメタンの一種)を常時分泌  
している(生態相関物質と呼ぶ)。この成分はウ  
ニ、アワビの幼生を短時間で着底、変態誘起(Mors  
et al.1979)させるため、サンゴモ平原はウニだけ  
になることがあり、その摂食圧が続けば数十年磯  
焼けが続くことがある。

このような「一面においては」サンゴ藻は、ウニ、  
アワビにとって、重要な存在とも言える。

ウニ、アワビの食料となる海中林を造成する  
ことが重要なため、コンブなどの若芽を摂食させない  
ためにウニを採取移動させ、海中造林の生成を  
成功させた例も多い。

2、次の遷移段階（磯焼けから海中林へ）

ア）サンゴモ平原には次の段階で一年生「海藻」が発生する。

イ）付着珪藻ヒトエグサ（ヒトエグサ科）の仲間やアナアオサ（アオサ科）等の発生は、摂食障害およびウニ、アワビなどの着底変態阻害物質（化学的防御効果を表す）を出し、植食動物の摂食圧をやわらげる。

ウ）エゾヤハズ（アミジグサ科）はケカジ草（凶作草）と呼ばれ（重茂周辺）多量のジテルペンを発し、ウニ、アワビを追い払ってしまう、この状態を漁師（宮古市重茂）は「磯焼け」と呼ぶこともある。

### 3. 海中林の形成

小型多年生海藻の発生が遷移の進行を促進し、エゾシゴロモの発生する温度より 5 位の低温でコンブ属藻類が発生する。コンブ科は低水温、高栄養の条件下で発生する。（水温が高く、低栄養下の場合でも一年生大型藻ホンダワラ科の藻は発生する。）

「海中林」を構成するコンブ科アラメは亜熱帯～亜寒帯にかけての重要な海藻類でその成熟に 2 年を要し、平均寿命は満 6 年である（谷川まか 1991、1993）。



### <海中林の人工造成>

海中林形成の段階で、人工的管理技術として次の例が成果を上げている。

- 1、ウニの大量駆除又は餌料供給。
- 2、ロープに養殖したマコンブ藻体からの遊走子供給、などによる海藻群落の調整。
- 3、コンクリートブロックや海藻礁に植食動物の這い上がり防止装置の取り付け。

### <人為的磯荒れ>

近年野田村や久慈地方の砂浜には小さな貝類が打ち上げられることがほとんど無くなっている。また、かつて採れた二枚貝なども極端に少なくなっている。

上記の現象は食物連鎖の中の基本生物（バクテリアや植物性プランクトン）の繁殖に障害が起きていることを示唆している。その原因として生活雑廃水や化学物質による沿岸汚染が考えられる。

汚染河川に近い磯にはスガモが多く発生し、その砂は異臭を放つ場所がある、このスガモ（ヒルム

シロ科）の生える所はホンダワラ（ズルモ〔野田村〕、ゾロモ〔宮古重茂〕）も生えなくなり、磯焼け現象の一種と言う漁業関係者もいる。



### <高波の及ぼす"良い"効果>

1991（平 6）、宮古市重茂半島に 60 年来と言う高波が襲来し、漁船や海辺の森林にまで被害を及ぼした。この後コンブや海藻が大量に発生し、それに伴いウニ、アワビも多くなり、平成 9 年は数十年ぶりのウニ、アワビの豊漁に賑わった。

特に海藻が多く発生したのは、波の当たる方角の磯と、10 ~ 20 cm位の石を敷き詰めたような海底の場所で、重茂地区で二年コンブ（マコンブ）が、この石に多く発生した。シケのため比較的小さな転石が波動によって磨かれ「磨かれた堅い石に着く」と漁師の言うとうり、コンブが付着生育したものと考えられる。

### < 台風や雪融け水が及ぼす河川への影響 >

岩手県安家川の場合、約 30~40 年前と現在では積雪の量が 3 分の 1 と 5 分の 1 とも言われるほど減じている（平成 4 年～ 10 年、安家 48 滝 72 縁調査聞き取り調査）。

30~40 年前は「5 月の雪融け水」に乗せ、上流で切った大きな丸太を安家川に流し、下安家まで 30 km 以上運搬していた。その頃の雪解け水の量が現在は無く、河床は堆積した腐植土が多くなり、砂礫に産卵する魚やコケを食べるアユなどへの影響が多くなっている。

毎春発生していた大量の雪融け水は河床の汚れを流し、49 の滝や 72 の淵を作り、サクラマスやカジカ、アユ、などに最適の環境を作ってきた。

台風もまた同じ効果を川や海岸に対し与え、荒巻く波と砂は岩礁をきれいにし、風や雨は自然環境の浄化に一役買ってきたのである。

波消しブロックや堰堤などは人間を守るために設置されているが、自然の効果を認識し、設置又は撤去には信頼できる環境評価が必要である。

### < 自然は尽きないエネルギー >

昔の安家流域の森林は大量の雨水や雪を一旦受け止め安定的に流す機能に長けていた、その森林とは前記の森林であるの言うまでもない。

山から流れる水、木の葉、海岸の砂の元。川で生きる生物有機物量、海からの遡上生物量。これらは海に流され無機物に変わり、沿岸藻類の栄養源となり、さらに食物連鎖で魚介類を増やす。その量が多ければそれに比例して海の恵みは大きくなる。

安家川にはサケ・マスから小さなハゼ、エビまで遡上し、膨大な生物量が死を迎え、自然の糧に戻っていた。

アイヌ語に「鮭の上る川」という言葉はない。川には「鮭が上るのは当たり前」だからだ。放流事業がなければ魚が釣れない川であるなら、そんな海に変わったなら正しい学問を確かめ、子供たちに伝えなければならない。

### < 目に見えない生物の根本 >

砂浜はイサダなどプランクトンを育て、小魚の成長を促し、食物連鎖でヒラメやカレイなど大きな魚を育てる。目に見えない砂の空間に実は生命の根本が潜む、それは森林の土の中も海の波間も同じことがいえる。

< 50 年前に > まさか放流しなければならぬほど魚介類が減り、豊かな森が無くなるとは誰が予想したろうか。それは目に見えないもの、不都合な真実に目を閉じたからではないか。50 年後に後悔しない「学問の勧め」を自然から学びたい。



昔この砂浜に軽飛行機が不時着、再び飛び上がっていた野田村の縮小した砂浜。砂の減少は環境の悪化と比例しているかのように魚介類も減った。

### 用語解説

- 長期積雪期間（図）：盛岡地方気象台において 30 日以上積雪の期間があった年の、その積雪日数。
- エルニーニョ現象：南米ペルー沖で起こる海水面の異常（高温化）。
- 壮齡林：いまだ若い林や森のこと。
- 樹雨 “きさめ”：初夏、天気の良い日に起こり、林内の葉から滴り落ちる水滴。霧や雲が木の葉に付き滴り落ちる水滴…青時雨 “あおしぐれ”
- 拡大造林：成長の早い人工林を植栽し、その生長量を見込んで奥地林の伐採を増大させた政策名。
- 択伐・帯状伐採・皆伐：全部切るのが皆伐、何割かを抜き切りするのが択伐、列条に伐採するのが帯状伐採。
- 樹幹流：樹木の葉と幹を伝って流れる降雨の流れ。
- 河畔林：河川沿いに茂った林又は人工的に川沿いに適した樹種を造成した林。
- 海中林：主にコンブやワカメなど大型の藻類を言うが、アオサなど小さな藻類も自然界にとっては欠かせない海の森である。



小さなチカやワカサギ、シロウオ、シラウオは砂浜や川砂で繁殖する。大きな魚は小さな魚やプランクトンがいなければ生きていけない。変わる事のない自然の原理です。