

とやまと自然

第26巻 夏の号(通算102号) 2003

特別展「からくり」

／朴木 英治 2

サメのはなし

／田中 豊 5



からくり 茶運び人形

富山市科学文化センター

特別展「からくり」

朴木 英治

はじめに

今年の夏は、これまでの特別展とはちょっと趣向を変え、科学や技術とアートが一体となった特別展「からくり」を開催します。この特別展の展示物は大きく2つに分けることができます。一つは江戸時代に発達した「からくり」で、ゼンマイを動力として動く座敷からくりやお祭りの山車に飾られている山車からくりなどです。これらは、製作当事の最高の知恵と技術を集めて作られており、日本の科学技術の発展を知る上でも貴重な資料で、工芸品としてみても優れた物です。もう一つは、現代の作家が作った木のからくりで、木を材料にした歯車やカム、リンクなどの部品や機構などのいろいろな仕掛けを組み合わせ、ハンドルなどを手で動かすことで様々な楽しい動きを見せてくれるからくりです。

日本のからくり

日本のからくりは江戸時代中期頃から発達しました。一つは見せ物としてのからくりです。大阪の道頓堀で始められた竹田からくり座は4代も続いた人気のからくり芝居で、一般の人たちの娯楽として楽しまれました。竹田からくり座を作った竹田近江の子で2代目竹田近江の弟である竹田出雲は人形浄瑠璃の発展に努め、それが、現在の文楽となりました。

見せ物以外のからくりとして、「茶運び人形」をはじめとする座敷からくりがあります。これは、人や動物の動きをまねたロボットのようなおもちゃで、非常に高価だったため、主にお金持ちの家の座敷におかれて使われた物です。

そしてもう一つのからくりが山車からくりです。祭礼の際に引き回される山車に飾られているからくり人形で江戸時代～明治時代にかけて発達しました。山車からくりは、おもに山車の中でヒモを操って人形を動かします。

座敷からくり

江戸時代の細川頼直（1730-1796）が出版した「機巧図彙（きこうずい、または、からくりずい）」には、和時計の他、「茶運び人形」を含めて9種類のからくりの設計図が納められています。

この「機巧図彙」は、からくりに関する詳細な設計図で、この図面を元に実際にからくりの復元もされて



図1 茶運び人形

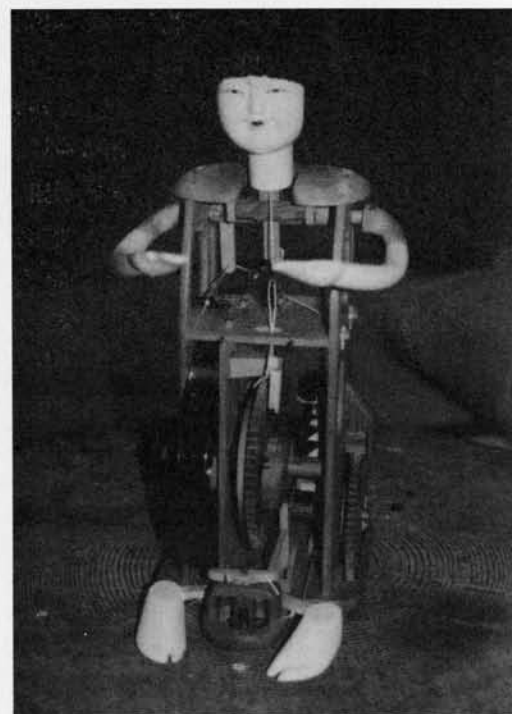


図2 茶運び人形の内部
ゼンマイから動力を取り出す歯車や
移動するための車輪が見える。

います。当事の科学技術に関する研究にとって貴重な資料であるばかりでなく、このような設計図が一般向けに販売されたという点でも世界的にみてめずらしいそうです。

座敷からくりの代表格の「茶運び人形」はセミクジラなどヒゲクジラ類のヒゲ（海水からエサとなるオキアミなどをこしとるためのもの）をゼンマイとして使い、その動力で動くおもちゃです。人形が手に持っているお盆の上に湯飲みを載せると、お盆が湯飲みの重さで少し下がり、人形が前に進み始めます。人形が一定の距離をすすむと、コックリとお辞儀をし、このときに湯飲みを取ると、お盆が少し持ち上がり、人形はその場所で止まります。お茶を飲み終えて湯飲みをお盆の上に置くと、お盆が下がり、人形はくると反転して再び前進をはじめます。この動きがくり返されます。お茶を載せるお盆が人形の動力を止めるストッパーの働きをしており、何も載せない状態ではゼンマイが止まり、湯飲みを置いて下がるとゼンマイが戻って動き出すようになっています。これらの複雑な動きを歯車やカムなどの機械部品だけを使って作り出していることが座敷からくりの特徴です。さらに、ゼンマイの動力を使って一定の速さで人形を動かすための仕掛けとして、テンプ装置が組み込まれています。テンプ装置とは振り子の周期が一定であることを利用して正確な時間を刻む機械時計の最も重要な部品です。座敷からくりに使われているテンプ装置の技術は、室町時代に西洋から入ってきた機械時計の技術を元に、日本で発達した和時計の技術が応用されています。この点では、和時計と座敷からくりの技術は見かけ上全く異なりますが、兄弟のような関係にあります。

現在の日本では、二足歩行など人間とそっくりな動きをする事を目指した人間型ロボットがいろいろな研究所で開発されています。故手塚治虫氏のマンガ鉄腕アトムの影響を受けた研究者も多いといわれていますが、茶運び人形の動きを見ていると、人の動きをまねて動くロボットを作りたいという願望は江戸時代にすでにあったのではないかと思います。この茶運び人形の移動は人形の中に仕込まれた車輪の回転で行うのですが、人形の前に見える両足は、交互にすり足で動き、まるで歩いているように見せるという芸の細かさです。こんな所にもからくり師の知恵とワザが見られます。

日本の有名なからくり師としては、飯塚伊賀七（茨城県1762-1836）、大野弁吉（1801-1870出生地不明、石川県金沢市大野で没）、田中久重（1799-1881）などがいました。大野弁吉の業績や彼の作ったからくりに関しては、金沢市大野（金沢港の近く）にある大野弁

吉記念館で展示されています。また、福岡県久留米市生まれの田中久重は、からくり儀右衛門とも呼ばれる人物で、様々なからくりを考案し、佐賀の鍋島藩で日本人としてはじめての蒸気機関車の模型（蒸気の力で実際に動く）の製作にも関わり、現在の（株）東芝の創始者となった人です。

だし 山車からくり

山車からくりは愛知県を中心に発達し、非常に複雑な動きをする山車からくりが今も多く保存されています。犬山市の山車からくりや富山の近くでは高山市の山車からくりなどが有名で、三番叟人形のように能の一場面を演じるものもあります。このような複雑な動きをするからくりでは、一体の人形を動かすために数人が共同でヒモを操るそうです。

富山県内の山車は、どちらかというと県の西部の市や町に多く保存されており、それらは、高岡の御車山を参考にして作られた物が多いようです。富山県内の山車の中にもからくり人形が飾られているものがあり、太鼓をたたくものや、鉄棒の大車輪のような動きをする物（富山弁で言えば、でんぐりがえし）、手に持った采配さいはいを振る物（「采振り人形」）などがあります。

今回の展示では、采配を振る「采振り人形」を展示します。これは、糸を引くことで、首を左右に振りながら、両手、両足を動かすことができるもので、実際に操作することができます。



図3 高岡御山車祭りの山車からくり人形
人形が鉄棒をします。鉄棒の両端に巻き付けたヒモ（柱の中をとす）を引くことで鉄棒が回転し、鉄棒に固定された腕と一緒に回転することで人形が回転するようです。

富山県内で山車が見られる日

(山車の上には人形がのせられているものもあり、
その一部にからくり人形がみられます)

富山県西部

砺波市	出町子供歌舞伎曳山	4月16日、17日
福光町	福光春祭り	4月20日
小矢部市	石動曳山祭	4月23日、24日
高岡市	御車山祭り	5月1日
福野町	御神輿御巡幸	5月3日
城端町	城端曳山祭り	5月14日、15日
高岡市	伏木曳山祭り	5月15日
氷見市	祇園祭り	7月13日、14日
新湊市	海老江曳山祭	9月23日
新湊市	新湊曳山祭り	10月1日
大門町	大門曳山祭り	10月の第2日曜日

富山県東部

上市町 (展示のみ)		4月12日、9月21日
大沢野町	高砂山願念坊祭り	4月の第2日曜日
富山市	四方こども曳山	4月29日、9月23日
八尾町	八尾曳山祭り	5月3日
富山市	岩瀬曳山祭	5月17日、18日



図4 山車からくりの采振り人形
ヒモを引くことで采配を持っている手や足が動きます。

木のからくりとその基本メカニズム

特別展で展示する木のからくりは、座敷からくりや山車からくりとは少し雰囲気異なります。これらのからくりは様々な動きを機械仕掛けで作り出すもので、現代アートとして見ることができます。座敷からくりなどと同様、歯車やカムなど部品のほとんどが木で作られているので、この部分では座敷からくりと共通したものがあります。

木のからくりは人間の力、モーターなどの力を動力として、回転運動や往復運動などを作り、これらの動きを組み合わせることで目的の動きを作ります。

ところで、からくりの内部で回転を伝える部品には歯車がよく使われています。歯車は円盤の周りがギザギザになっていて、このギザギザをかみ合わせて回転力を伝えます。機巧図彙を見ると、歯車は円盤に単純な三角形のギザギザの歯を付けただけの絵が描かれています。現在の様々な機械部品として使われている歯車では、歯がなめらかにかみ合い、効率よく力を伝えるために歯の側面の形はインボリュート曲線という特殊な形になっています。

歯車による動力の伝達では軸の回転方向や伝える回転数などを変えることができますが、往復運動を作る



図5 木のからくり「昇竜」
ハンドルを回すと龍の体がくねくねと動きます。クランクを2つ使っています。



図6 木のからくり「バットン」
リンク機構を使ってバットを動かします。

ことができません。この往復運動を作るものとして、クランク、リンク、カムなどがあり、これを回転軸に取り付けておくことで回転運動を往復運動に変えることができます。

展示する木のからくりでは、内部の機構が見えるようになっているので、どこにどのような機構が使われ、それがどのように動くのかを見ることができます。これらの機構の動きと、からくりの動き方を見比べると、それぞれの機構の役割が良く見えると思います。

また、これらの機構は、身近なところにもいろいろ使われています。どんなところに使われているのか調べてみてください。見やすい物では、昔使われていた足踏みミシンや扇風機の首振り機構、エアコンのルーバーの上下機構などがあります。また、見えない物では自動車のワイパーのほか、エンジンの内部にクランクやカムが使われています。

ほうのき ひではる（化学担当）

サメのはなし

田中 豊

昨年の夏、日本各地の海水浴場にサメが出没し行楽客を驚かせました。日本海側でも福岡や鳥取でシュモクザメが確認された他、石川県の沿岸でも未確認ながらサメの目撃情報が寄せられました。たまたま海水浴場の近くに現れたために話題になりましたが、海の中ではサメの仲間はそれほど珍しい存在ではありません。さまざまな種類のサメが世界中の海に暮らしています。

サメは恐いの？

「ジョーズ」という映画をご存知でしょうか？ これは巨大なホホジロザメが人々におそいかかるというお話です。この映画のためか、「サメはおそろしい魚」「サメは人間を食べる」と考えている人が多いようです。実際、サメの仲間には他の魚やアザラシ・アシカをおそって食べる種類がいますし、ホホジロザメ、オオメジロザメ、イタチザメは性格も攻撃的です。しかし、全長10メートル以上もあるジンベイザメやウバザメなどはプランクトンをエサにしており、他の動物をおそうようなことはまずありません。サメの仲間には

このように、のんびりと大きな口をあけてプランクトンを食べながら泳ぎまわる種類もあり「サメはすべて恐ろしい」と考えるのは間違いです。

サメの化石

サメの仲間が地球上に姿を現したのは今から4億年以上前と言われています。以後さまざまな種類のサメが進化と絶滅を繰り返しながら子孫をのこし、長い年月を生き延びてきました。現在生息しているサメの仲間は400種類ほどと言われていますが、数年に1度は新種が発見されているので、この数はまだまだ増えると思われます。

サメの仲間は4億年以上も前に地球上に現れたと紹介しましたが、なぜそんなことが分かるのかというと、4億年前の地層からサメの祖先の化石が見つかるからです。サメの化石は保存状態がよいと全身の姿かたちが分かるものもありますが、このようなものは大変珍しく、たいていは歯しか残っていません。なぜならサメは軟骨魚類なんこつぎょるいといい、私達がよく食べるマグロ

やアジのように硬い骨を持っていません。皆さんの鼻の先や耳を触ってみてください。私達の鼻の先や耳には軟骨があります。そのため、鼻をつまんだり、耳を曲げたりできます。サメは水中で激しい運動にも耐えられるように全身の骨がこのような軟骨でできており、骨が化石として残りにくいのです。

サメの歯化石は古くから世界各地で見つかっていましたが、その正体がサメであるとは考えられていませんでした。ヨーロッパでは「^{したいし}舌石（グロッソペトラ）」と呼ばれ、天から鳥の舌が石になって降ってきたもの、あるいは人の舌が石になったものと考えられていました。しかしニコラス・ステノ（1638-1689）という学者はマルタ島より産する舌石をサメの歯であると指摘して、舌石の正体を明らかにしています。

日本ではサメの歯化石は「^{てんぐのつめいし}天狗爪石」と呼ばれていました。天狗の爪が化石になったものだと考えられていたのです。このため岩手県の中尊寺、神奈川県藤沢の遊行寺、愛知県一宮町の松源寺などに宝物として保存されています。このほかにも、「牙石」（キバの化石）「蛇ノ爪石・龍歯」（ヘビまたは龍の爪・歯の化石）「天狗ノ口嘴」（てんぐのくちばしの化石）「雷ノ爪」（カミナリが地上に落ちて化石になったもの）などと呼ぶところもあったようです。

北陸でもサメの歯化石はたくさん見つかっています。富山県と接する能登半島はサメの歯化石の産地として江戸時代から有名でした。

能登半島が「天狗爪石」すなわち「サメの歯化石」の大産地だと紹介したのは木内石亭という人物です。石亭は江戸時代中期1724年に滋賀県大津で生まれ1808年になくなるまで、全国各地で石器や石の収集・研究を行った日本の考古学・鉱物学・博物学の祖と言われる人です。サメの歯化石は彼の興味をひときわひいたらしく、著書の中に度々出てきます。その中の一つ「^{てんぐのつめいし きだん}天狗爪石奇談」にこう書いています。

「天狗爪石というものは、どのようなものなのか分からない。昔の人々も研究したことがないものである。能登で多く見つかり、また他の所でもまれに見つかり（天狗爪石にまつわる）おもしろい話がある。」

（天狗爪石奇談の一部を意訳）

木内石亭は金沢（加賀）や富山（越中）にたくさんの友人がおり、能登で天狗爪石がよく採れると聞いていたようです。富山では笹倉清兵衛、吉川只右衛門という人が、能登で見つけた天狗爪石を江戸の石亭

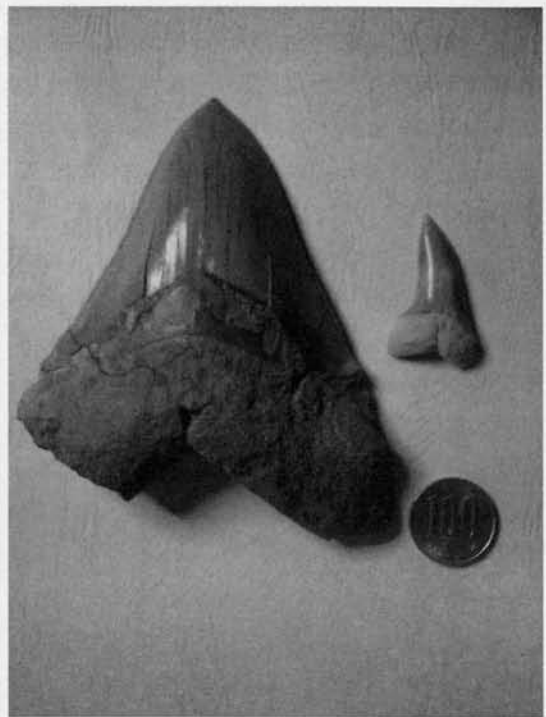


図1 サメの歯化石

左：魚津市で見つかったオオハザメの歯化石

（レプリカ 現標本は魚津水族館蔵）

右：高岡市産のイスルス・ハリタリスの歯化石

（実物）

のところへ届けています。

また日本中の珍しい石を紹介した「^{うこんし}雲根志」という本には次のように書いています。

天狗爪石

俗に天狗の爪石という物、形爪のごとく長さ一二寸、先尖り根に肉著くるあり。色柴黒、両端鋸歯のごとく実に爪に似たり。…（中略）…

また一説にいう鰐鰯の類の大魚の歯なり、これまた詳しくは予。長さ三寸、幅三寸なるを蔵す。能登所之口七尾の産なり。石中に得たりと。（中略）

今予伊勢、能登、越後等より二十枚を集め得たり。

（「雲根志 復刻版」より。一部改変）

少し難しい文章ですが、文の後半に「（天狗爪石は）巨大なサメの歯であるかもしれないが、よく分からない。能登半島の七尾で長さ約9センチ、幅約9センチの天狗爪石（サメの歯化石）が地面の中から見つかっている。」と書かれています。ヨーロッパのニコラス・ステノ同様、天狗爪石を「サメの歯であるかもしれない」と見抜いた木内石亭はなかなかの科学者だったのかもしれない。ところで石亭は9センチもある大きな天狗爪石があると書いています。現代の大型サメで

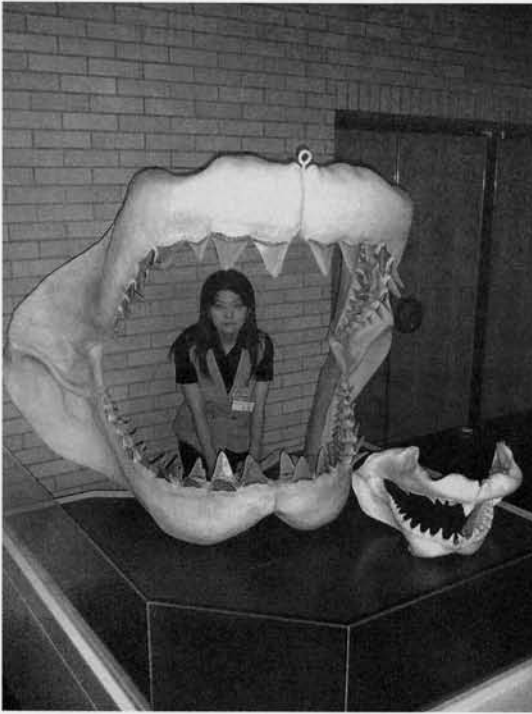


図2 富山市科学文化センターにある
オオハザメのアゴ復元模型

左下はホホジロザメのアゴ（実物）

あるホホジロザメの歯は、大きくても4センチくらいですが、本当にそんなに大きな歯を持つサメはいたのでしょうか？

史上最大のサメ「オオハザメ」

実は石亭が紹介したような大きな歯をもったサメが太古の海に生きていました。4億年もの長い間生きのびてきたサメの仲間ですが、その中でもひととき大きな体をしたそのサメの名前はカルカロクレス・メガロドン、またの名をオオハザメ（巨大化石ザメ）といいます。

オオハザメの歯化石は世界各地で見つかります。ヨーロッパ、アメリカ、太平洋の島々、そして日本でも発見されています。富山県でも魚津市、高岡市で見つかっています。科学文化センターには魚津から見つかったオオハザメの歯化石をもとにして作った、アゴの復元模型があります。いつもロビーに展示してあるので、見たことがある人も多いでしょう。

数十年前まで、オオハザメの体長は30メートル、口は小型自動車を一息に飲み込めるほど大きかったと考えられていました。しかし研究が進むにつれてこれは誤りであることがわかりました。これまでに発見されたオオハザメの歯化石で一番大きなものは、長さ17センチのもので、この歯化石から体全体の大きさを推測したところ14.7メートルになりました。このような

研究から、オオハザメの体長は13～16メートルほど、口の大きさも1メートルほどの大きさだったと現在では考えられています。当初30メートルと考えられていたことから比べると、体の大きさは半減してしまいましたが、それでも史上最大のサメであったことに変わりはありません。

オオハザメの歯は、現在のホホジロザメの歯に似ています。形はほぼ三角形で、歯の縁はギザギザになっています。このことからオオハザメも現在のホホジロザメのように肉食であると考えられています。

ホホジロザメは大型の魚やアシカ・アザラシなどに鋭い歯でガブリとかみつきます。一度獲物に噛みついたら、その肉を引きちぎるまで決してはなれません。体全体を左右に激しくふり、獲物の肉を引きちぎります。このとき歯の縁にあるノコギリのようなギザギザは獲物の肉を切りさきやすくします。オオハザメもこのようにしてエサを食べていたと思われますが、そのお腹をみただけでは、アシカや魚では小さすぎます。それではオオハザメは何を食べていたのでしょうか？ どうやらオオハザメのエサはクジラだったようです。オオハザメが現れたのは今から約2600万年前です。この時代の海にはすでにクジラが大繁栄しており、種類も生息数も大変多かったといわれています。体の大きなクジラはオオハザメの格好のエサとなったに違いありません。その証拠にオオハザメの歯型がついたクジラの背骨の化石などがみつかっています。

オオハザメは歯の形が似ていることからホホジロザメの祖先だと考えられてきました。しかし最近ではホホジロザメの祖先はオオハザメではなく、イスルス・ハリタリスというアオザメの一種であったという説もあります。オオハザメはその子孫を残すことなく、350万年前に絶滅してしまったようです。この時期の地球はとても寒い時代をむかえ海水温も低くなりました。それまで暖かい海で暮らしていたオオハザメは大きな打撃を受けました。対照的にオオハザメの主食となっていたクジラは冷たい海に適応し、どんどんと北極や南極に近い冷たい海へと移動していきました。海にはエサとなるクジラも少なくなり、やがてオオハザメは絶滅してしまったのです。

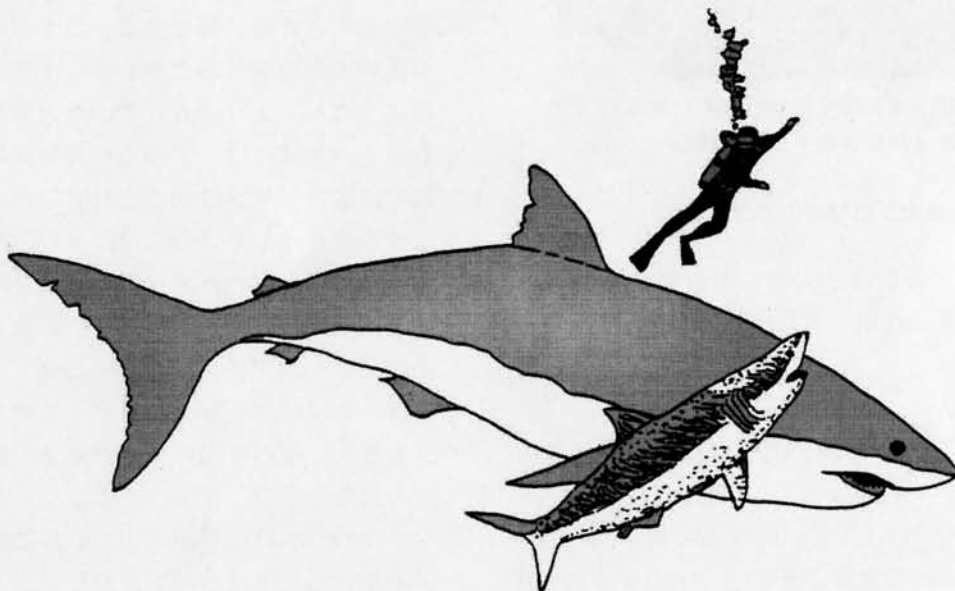
サメの危機

オオハザメのように現代のサメたちも絶滅の危機に直面しています。オオハザメは地球の気候が変わったために絶滅してしまいましたが、現代のサメは人間の乱獲によって、その数が少なくなっています。

例えばアブラツノザメの肝臓から採れる肝油はビタミンAを豊富に含んでいるため、これを目的に1980年代ごろまで大量に漁獲され、数が激減しました。今では人工ビタミン剤ができたので乱獲されていませんが、アブラツノザメは妊娠期間が2年間もあり、一度に生まれる子どもの数は10尾ほどなので、20年たった今でもあまり数は増えていません。またヨシキリザメなどのサメのヒレは「フカヒレ」として中華料理の食材になります。日本国内だけでも年間数万トンの水揚げがありフカヒレとなります。このようにして全世界で1年間に捕獲されるサメは1億尾とも言われています。アブラツノザメの例で紹介したように、サメは一度に数尾から十数尾しか子どもを産みません。一度減ってしまったサメが元どおりに回復するには長い年月が必要です。

サメは海の生態系の頂点にいます。サメが海にいるということは、その海はサメのエサとなる魚などの生き物が多く、大変豊かな海であることを示しています。しかし魚が多くいたとしても、環境汚染を受けていたら大変です。普通の魚1つ1つにはあまり影響が無いほどの汚染であっても、その魚を食べ続けるサメの体内には有害な化学物質がどんどん蓄積・濃集していきます。こうなるとサメの繁殖力やサメの子どもに悪影響となって現れます。サメは海の生態系の頂点にいて、海の世界のバランスを保つ重要な役割をもっています。このことを十分理解して、怖がるばかりでなく、またむやみに捕まえることなく、海に暮らすサメや私たち自身の生活について真剣に考えてみる必要があるのかもしれない。

たなか ゆたか



オオハザメの復元図（奥）とホホジロザメ（手前）

科学文化センター 平成15年度夏の特別展「からくり」

7月17日（木）～9月15日（祝）

茶運び人形の実演：毎日時間を決めて行います。

^{だし}山車からくり「三番叟人形」の実演と茶運び人形の解説

8月23日（土）、24日（日） 11：00～12：00、14：30～15：30

三番叟人形はアッと驚くものに変身します。お楽しみに…

「とやまと自然」第26巻 第2号（夏の号）（通巻102号）平成15年7月15日発行
発行所 富山市科学文化センター 〒939-8084 富山市西中野町1-8-31
TEL 076-491-2123 FAX 076-421-5950 <http://www.tsm.toyama.toyama.jp>
富山市天文台 富山市三熊49番地-4 TEL 434-9098 FAX 434-9228
発行責任者 布村 昇 印刷所 あけぼの企画株 TEL 424-1755