

機関番号：10101

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2008～2010

課題番号：20510060

研究課題名(和文) 化学物質・金属イオンの海産動物に与える影響および作用機構の解析

研究課題名(英文) Studies on the biological effects and mode of action of pollutants in marine animals

## 研究代表者

安住 薫 (AZUMI KAORU)

北海道大学・環境健康科学研究教育センター・特任講師

研究者番号：90221720

研究成果の概要(和文)：有機スズ、金属イオンおよび内分泌攪乱物質を曝露したホヤの遺伝子発現プロファイル解析を行い、ホヤの生体機能に与える影響を予測した。ホヤ受精卵と幼生を用いた大量スクリーニング系を開発し、有害物質による胚発生、変態の阻害効果を調べ、予想された影響予測について実験的な検証を得た。さらに、9個の遺伝子が野生ホヤの有機スズ汚染をモニタリングする上で指標となる可能性を見出した。

研究成果の概要(英文)：We obtained gene expression profile data from ascidians after exposure to organotin compounds, metal ions, or endocrine disruptors for 72h. We then categorized the up- or down-regulated genes for each pollutant using our classification method, and estimated the biological effects of each pollutant. We developed high-throughput methods for screening embryogenesis and metamorphosis using ascidian eggs and larva, and analyzed the inhibitory effects of each pollutant. Furthermore, we found nine marker genes for monitoring environmental contamination due to organotins.

## 交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2009年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2010年度	1,000,000	300,000	1,300,000
年度			
年度			
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：環境学・放射線、化学物質影響科学

キーワード：海産動物、無脊椎動物、ホヤ、DNA マイクロアレイ、遺伝子発現、有機スズ、重金属、内分泌攪乱物質

## 1. 研究開始当初の背景

人類が製造している膨大な化学物質は最終的には海に排出される。それら化学物質の多くは生態系では分解されにくく、海水や海底の泥砂に存在し、結果として海産動物の体内に蓄積されて様々な影響を及ぼしている。

ホヤは幼生期に脊索を有することから原索動物に分類され、進化的には無脊椎動物から脊椎動物への移行期の動物として位置づ

けられている。ホヤは世界中の海域に固着して生息し、かつ脊椎動物と無脊椎動物の両方に共通の生物学的特性を有するので、化学物質の海産動物に与える影響を調べる上でよい指標動物になりえる。また、ホヤは、ゲノムの解読、60万クローンに及ぶEST解析の実施、変異体作製技術の開発などによって現在、海産動物の中で最も分子生物学的研究基盤が充実した実験動物となっている。これらの

背景を踏まえて研究代表者らは、ホヤの全遺伝子の約7割の遺伝子を検出できるオリゴDNA マイクロアレイを世界に先駆けて作製してホヤのアレイ解析技術を確立した。続いて、ホヤの一生（受精卵から老成体まで）における各遺伝子の発現パターンをアレイを用いて網羅的に解析し、ホヤの約1万個の遺伝子を発現パターンの類似性に基づいて49種類のサブグループを含む5つのカテゴリーに分類することに成功した（「安住式ホヤ遺伝子分類法」と命名）。この解析によって、ライフサイクルにおける発現時期を指標にしてホヤの遺伝子の特徴づけることができた。さらに、化学物質がホヤに与える影響を明らかにする目的で、有機スズを暴露させたホヤ成体で生じる遺伝子発現の予備的な解析を行なった。その結果、ホヤ成体に有機スズを暴露すると24時間後には200個以上の遺伝子の発現が亢進あるいは低下することが明らかになった。有機スズ暴露で発現が変動する遺伝子群を「安住式ホヤ遺伝子分類法」で分類したところ、多くの遺伝子が、発生および変態の時期に発現が亢進する遺伝子サブグループに属することが明らかになった。このことは、有機スズ存在下ではホヤの発生および変態が正常に進行できないことが予測された。これらの結果から、申請者は、他の化学物質においても、ホヤに暴露してアレイ解析を行うことにより、化学物質が標的とするホヤ遺伝子群の特徴がわかり、それによって化学物質がホヤに与える生物学的影響を推定できるのではないかと考えた。

## 2. 研究の目的

本申請研究では、海産固着動物ホヤを用いて海洋汚染物質（化学物質や重金属）の海産動物に与える影響を明らかにすること、及び新遺伝子発現を指標とした汚染物質の新規影響評価系を確立することを目指している。本研究期間では以下の3つの課題を明らかにすることを目的とした。

(1) 海洋汚染物質のホヤに対する影響推定：有機スズ、内分泌攪乱物質、重金属イオンに曝露したホヤの遺伝子発現プロファイルから化学物質、重金属イオンの影響を推定できるか明らかにする。

(2) 海洋汚染物質のホヤ発生、変態に与える影響の解析：有機スズ、内分泌攪乱物質、重金属イオンのホヤの発生、変態に与える影響を調べ、遺伝子発現データから推定された影響予測が妥当か否か明らかにする。

(3) 有機スズのホヤ体内における作用機構を解明する一助として、有機スズ応答遺伝子の詳細を明らかにする。

## 3. 研究の方法

(1) 化学物質暴露ホヤサンプルの作製

本実験では、ゲノムが解読され、オリゴDNA マイクロアレイが作製されているカタユウレイボヤ (*Ciona intestinalis*) を用いた。ホヤはクローン動物がまだ確立されていないので、暴露実験には同じ親から得られた幼生を舞鶴湾で生育させた養殖カタユウレイボヤ (2-3ヶ月令) を用いた。ホヤは海水と共に舞鶴から宅急便で北大 (札幌) に送付してもらい、札幌到着後は実験室内の海水水槽に移して室温で飼育し、1週間以内に実験に用いた。この間の飼育には餌は与えない。

5Lのガラスビーカーに5Lの天然ろ過海水と5匹のホヤを入れ、下記の化学物質等を添加し、室温 (20°C) で弱いエアレーション存在下で保持した。餌は与えなかった。72時間後にホヤを採取し、被囊を除去して内部組織 (および体液) をビニールバックに入れ、-80度で凍結、保管した。

暴露した化学物質および金属イオンは以下である。

①有機スズ：10 ppb トリブチルスズ (TBT)、5 ppb トリフェニルスズ (TPT)、溶媒コントロール 0.001% EtOH

②金属イオン：100 ppb 塩化銅 (CuCl<sub>2</sub>)、100 ppb 塩化亜鉛 (ZnCl<sub>2</sub>)、溶媒コントロール 0.1% H<sub>2</sub>O

③内分泌攪乱物質：200 ppb ノニルフェノール (NP)、200 ppb オクチルフェノール (OP)、500 ppb ビスフェノール A (BPA)、溶媒コントロール 0.01% EtOH

### (2) RNA の調製

凍結ホヤサンプルは一個体ずつ、液体窒素を入れた乳鉢内で凍結状態のまま粉末状にすりつぶした。よく混ぜて均一にした後、粉末の一部を用いてトータル RNA を調製した。トータル RNA の調製は TRIzol 試薬 (インビトロジェン社) を用いた。その後、mRNA 精製キット (キアゲン社) を用いて mRNA を精製した。トータル RNA および mRNA の品質はバイオアナライザー (アジレント社) で確認した。

### (3) DNA マイクロアレイ解析

(2) で調製した化学物質等暴露ホヤおよびコントロールホヤ各4個体の mRNA 500 ng を用いて個別に蛍光標識ターゲット (Cy3 を用いた1色法) を作製し、ホヤオリゴDNA アレイ 4x2x22K (アジレント社製) を用いた1個体-1アレイ (4個体で1スライド) のアレイ解析を行なった。アレイ解析およびデータマイニングは既報の方法に準じた。

### (4) 化学物質、金属イオンの影響予測

(3) のマイクロアレイ解析の結果から、化学物質、金属イオン曝露ホヤでコントロールホヤに比べて発現が2倍以上変動した遺

伝子を抽出した。発現が変動した遺伝子について、機能的なカテゴリーを「安住式ホヤ遺伝子分類法」を用いて同定し、各化学物質あるいは金属イオンのホヤの生態機能に与える影響を予測した。

#### (5) 化学物質、金属イオンの胚発生・変態阻害効果

##### ①カタユレイボヤ受精卵の作製

3個体の成体ホヤの卵巣から個体別に未受精卵を採集し、海水で1回穏やかに洗浄した後、それぞれ適量の海水に懸濁した。精子は3個体の成体ホヤの輸精管からそれぞれ採取後、少量の海水に3個体分を混合して精子懸濁液とした。各個体の未受精卵を一部取り、精子懸濁液を少量添加して2細胞期までの発生率を調べ、8割以上の発生率の個体の未受精卵を選んで実験に用いた。解析に用いる化学物質の種類が多い場合は、異なる個体の未受精卵を混合して用いた。

##### ②化学物質、金属イオン添加による発生阻害

発生率を確認した未受精卵の懸濁液に精子懸濁液を適量添加して受精を開始させ、室温で10分間放置後、12穴あるいは24穴のプラスチックプレートの各ウェルに1 mLずつ分注した。1ウェルあたり60-80個の受精卵が分配できるように未受精卵懸濁液の海水量をあらかじめ調整しておいた。各ウェルに溶媒あるいは各種濃度の化学物質あるいは金属イオンを添加し、15°Cで24時間静置した。化学物質等の添加直後(0時間)および24時間後に各ウェルの顕微鏡画像を撮影、保存した。各ウェルの顕微鏡画像を印刷し、各ウェルに分配された受精卵の個数、および24時間後にふ化しないで残っている卵の個数を計数して各ウェルの発生率を求めた。各化学物質等の各濃度につきn=3のサンプルを作製して発生率を計算し、平均値を求めた。また、同一化学物質等の各希釈濃度につき異なる受精卵を用いて2回以上の添加実験を行い、再現性を確認した。

##### ③化学物質、金属イオン添加による変態(固着)阻害

②で作製した化学物質、金属塩化物添加受精卵を引き続き15°Cで飼育し、化学物質等添加72時間後に、各ウェルを海水で2回洗浄して固着できなかった胚や幼生を除去後、0.1%コンゴレッドで固着した幼若体を染色し、顕微鏡下で各ウェルの画像撮影を行った。各ウェルの顕微鏡画像を印刷し、各ウェルに固着している幼若体の個数を計数し、各ウェルの固着(変態)率を求めた(図グラフの「固着1」)。また、各ウェルに分配後の受精卵を化学物質等の添加をせずに15°Cで発生を進行させ、ふ化直後の幼生(媒精後

20-22時間)に化学物質、金属イオンを添加して同様に固着阻害効果を調べた(図グラフの「固着2」)。いずれの解析も②と同様にn=3で平均値を求め、2回以上の実験を行なって再現性を確認した。

#### (6) 有機スズ汚染マーカー遺伝子の探索

##### ①有機スズ汚染マーカー遺伝子の探索

すでに得られている100 nM TBT暴露24時間のホヤのアレイデータおよび、低濃度TBTおよびTPT3日間暴露ホヤのRNAを用いたRT-PCRの結果から、有機スズ応答遺伝子候補を選別し、韓国マボヤ養殖場で採集された野性カタユレイボヤおよび舞鶴湾養殖カタユレイボヤにおけるそれらの遺伝子の発現レベルをRT-PCR法で調べた。

##### ②RT-PCR解析

暴露個体、コントロール個体、あるいは野性ホヤの各個体から調製された200ngのmRNAを用いて、すでに報告した方法にてRT-PCRを実施し、2%アガロースゲルで泳動、エチジウムブロマイドで染色後に得られたバンドを画像解析ソフトウェアImage Jを用いて数値化した。

#### (7) 野性ホヤの有機スズ蓄積量の定量

韓国マボヤ養殖場で採集したカタユレイボヤ2個体と舞鶴湾で養殖しているカタユレイボヤ2個体を用いて、個体別に有機スズの定量分析を行なった。定量分析は(株)島津テクノリサーチに依頼し、ガスクロマトグラフィーを用いる常法にて実施された。

#### 4. 研究成果

##### (1) 化学物質、金属イオン暴露による遺伝子の発現変動と影響予測

7種類の汚染物質(有機スズ2種類、金属イオン2種類、内分泌攪乱物質3種類)、および各溶媒3種類を暴露したホヤ(コントロール)4個体ずつから調製された個体別mRNAを用いてDNAマイクロアレイ解析を行い、各個体別の遺伝子発現プロファイルデータを得た。1汚染物質につきn=4のアレイデータが得られたので統計処理を行い、溶媒のみに比べて暴露物質で発現レベルが有意に変動した遺伝子を検出した。発現レベルが2倍以上増加した遺伝子を「発現亢進遺伝子」、1/2以下に低下した遺伝子を「発現低下遺伝子」とした。次に、各暴露物質によって発現が変動した遺伝子がホヤのどのような機能的カテゴリーに属するのかを「安住式ホヤ遺伝子分類法」を用いて調べ、暴露物質が悪影響を及ぼすホヤの生体機能を予測した。それらの結果を表1にまとめた。

物質名	暴露濃度	発現変動遺伝子数	発現変動遺伝子カテゴリー	発現変動遺伝子機能
0.02% EtOH	100	72	27	発生、変態、成体形成
100 nM TBT	50	72	27	発生、変態、成体形成
25 nM TBT	12.5	72	27	発生、変態、成体形成
12.5 nM TBT	6.25	72	27	発生、変態、成体形成
6.25 nM TBT	3.125	72	27	発生、変態、成体形成
1000 ppb CuCl <sub>2</sub>	500	72	27	発生、変態、成体形成
250 ppb CuCl <sub>2</sub>	125	72	27	発生、変態、成体形成
62.5 ppb CuCl <sub>2</sub>	31.25	72	27	発生、変態、成体形成
31.3 ppb CuCl <sub>2</sub>	15.625	72	27	発生、変態、成体形成
1000 ppb ZnCl <sub>2</sub>	500	72	27	発生、変態、成体形成
250 ppb ZnCl <sub>2</sub>	125	72	27	発生、変態、成体形成
62.5 ppb ZnCl <sub>2</sub>	31.25	72	27	発生、変態、成体形成
31.3 ppb ZnCl <sub>2</sub>	15.625	72	27	発生、変態、成体形成

解析した7種類の化学物質および金属イオンの中で、TPT は一番低濃度にもかかわらず発現変動遺伝子数が非常に多かった。TPT 暴露で発現が変動した遺伝子の機能的なカテゴリーを「安住式ホヤ遺伝子分類法」で調べた結果、TPT はホヤの胚発生、変態、成体の組織形成および免疫機能に悪影響を及ぼすことが予測された。

同濃度の金属塩化物暴露では、塩化銅による発現変動遺伝子数が非常に多かった。塩化銅はホヤの胚発生、成体の組織形成および免疫機能に悪影響を及ぼすことが予測された。亜鉛イオンの暴露においても塩化銅ほどではないが、高濃度ではホヤの初期発生に異常をきたす可能性が予測された。

内分泌攪乱物質3種類の暴露では、発現が変動する遺伝子のカテゴリーは有機スズとも金属イオンとも異なっていた。NP 暴露では組織特異的遺伝子群に属する遺伝子の発現低下が、BPA 暴露では変態後の成体組織形成や免疫に関与する遺伝子の発現低下が検出された。

## (2) 汚染物質の胚発生と変態阻害効果

汚染物質の胚発生と変態阻害の大量スクリーニング(バイオアッセイ)系を開発し、7種類の汚染物質の影響を調べた。有機スズについては、DNA マイクロアレイの解析結果から、特にTPT が低濃度でホヤの胚発生および変態を阻害することが予想された。バイオアッセイの結果から、TBT とTPT はいずれも低濃度でホヤの胚発生と固着の両方を阻害すること、TBT よりTPT の方が毒性が高いことが明らかになった(図1)。図グラフの斜線で示した濃度では形態の異常な幼生が観察された。

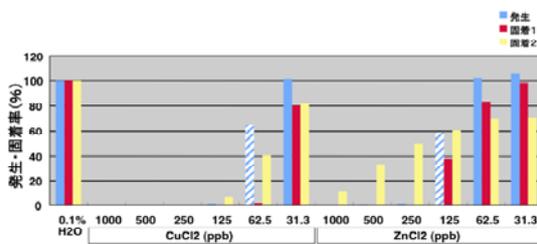


図1. 有機スズの発生、固着阻害効果

塩化銅、塩化亜鉛については、DNA マイクロアレイの解析結果から、いずれもホヤの胚発生を阻害することが予想された。バイオアッセイの結果から、塩化銅は62.5 ppbで、塩化亜鉛は125 ppbでホヤの発生と固着を阻害することが明らかになった(図2)。

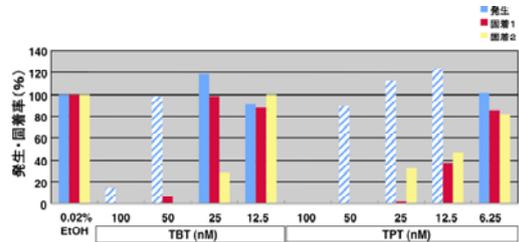


図2. 塩化銅、塩化亜鉛の発生、固着阻害効果

内分泌攪乱物質に関しては、DNA マイクロアレイの解析結果からは、特に発生、変態に対する阻害効果は予測されなかった。バイオアッセイにより阻害効果を調べたところ、いずれの化学物質も1000 ppb以下では胚発生に異常は検出されなかった。

## (3) 有機スズ汚染マーカー遺伝子の探索と野性ホヤの有機スズ蓄積量の定量

有機スズに応答する遺伝子を同定するために、すでに入手していた100 nM TBT、24時間暴露ホヤのアレイデータを参考にして発現が大きく変動する遺伝子を約60個(発現亢進、低下各約30個ずつ)選び、各遺伝子に対して特異的なプライマーを設計し、低濃度の有機スズ3日間暴露ホヤのRNAを用いたRT-PCR解析を実施した。発現が亢進する遺伝子が14個、低下する遺伝子が20個見いだされた。

次に、これらの遺伝子が、野性ホヤの有機スズ汚染のマーカー遺伝子になりえるか否かを検討した。韓国養殖場のマボヤには高濃度の有機スズが蓄積していることをすでに見いだしているので、同じ韓国養殖場の野性カタユレイボヤおよび舞鶴湾にて養殖されているカタユレイボヤ体内の有機スズ(およびその代謝物)蓄積量を化学分析法により調べた。その結果、韓国マボヤ養殖のカタユレイボヤには、舞鶴湾カタユレイボヤより高濃度の有機スズが蓄積されていることが明らかになった(表2)。

表2. 野性カタユレイボヤ全組織中の有機スズ量

Year & month	Country	Location	MBT	DBT	TBT	MPT	DPT	TPT	ΣBTs*
2003, Jul.	Korea	T-A point	23	17	28	<2.0	<0.6	<0.6	68.0
		T-A point	21	21	50	<2.0	<0.6	0.6	92.6
2006, Nov.	Japan	Maizuru bay	<3.0	<0.9	<0.6	<2.0	<0.6	<0.6	N.D.
		Maizuru bay	<6.6	<1.3	<0.6	<2.0	<0.6	<0.6	N.D.

\*ΣBTs = MBT+DBT+TBT  
N.D.: not determined

韓国産と舞鶴産のカタユレイボヤ各個体から調製したRNAを用いて、34個の「有機スズ応答遺伝子」の発現量をRT-PCR法により調べた。その結果、韓国産と舞鶴産で発現量が明らかに異なる遺伝子がいくつか検出され、その内の9個の遺伝子は、人為的な有機スズ暴露実験における発現変動パターンと挙動が一致していた(図3)。

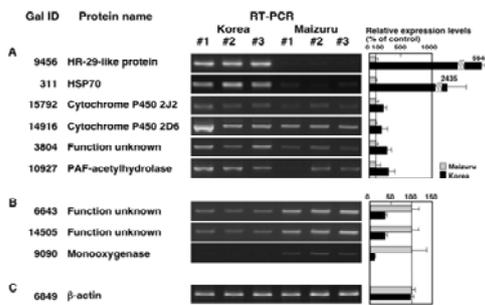


図3. 有機スズ汚染のマーカー遺伝子候補

#### (4) 考察

アレイデータのより厳密な比較を行なうために、同じロットのホヤを用いて同一条件下での暴露サンプルを作製し、アレイ解析を行った。解析した7種類の化学物質および金属イオンの中で、TPTは一番低濃度にもかかわらず発現変動遺伝子数が非常に多かった。このことは、他の内分泌攪乱物質や金属イオンに比べて有機スズ、特にTPTの毒性が高いことを意味している。各暴露サンプルにつき、発現が変動した遺伝子を「安住式ホヤ遺伝子分類表」を用いて分類したところ、表1にまとめたような特徴を見出すことができた。各化学物質、金属イオンに共通に反応する遺伝子、特異的に反応する遺伝子については現在解析中である。

7種類の化学物質、金属イオンの表1に記載した濃度、暴露期間では、カタユレイボヤ成体に見かけ上の異常は現れなかった。そこで、カタユレイボヤの受精卵および幼生を用いた大量スクリーニング系を構築し、胚発生、変態(固着)に対する化学物質、金属イオンの影響を調べたところ、各種化学物質、金属塩化物の阻害効果を再現的に検出することに成功した。

以上の結果から、1) 海洋汚染物質として想定される化学物質や重金属を人為的にホヤに曝露し、DNAマイクロアレイを用いて遺伝子発現プロファイルデータを取得する、2) 発現が変動した遺伝子群を「安住式ホヤ遺伝子分類法」を用いて機能的カテゴリーを明らかにし、汚染物質が与える影響を予測する、3) 確立したバイオアッセイ系を用いて汚染物質のホヤ胚発生と変態阻害効果を調べ、2) で予測された影響を検証する、の3

つのステップの解析を組み合わせることにより、新規の影響評価系を確立することができた。

また、有機スズ曝露ホヤのアレイ解析および、RT-PCR法によって有機スズに反応する遺伝子を34個見出すことができた。これらの有機スズ感受性遺伝子が、実際に有機スズ汚染されている野生ホヤの体内で同様の発現パターンを示しているのか、韓国マボヤ養殖場および舞鶴湾で採集したカタユレイボヤを用いて調べた。表4に示したように、韓国産カタユレイボヤには、舞鶴産に比べて高濃度の有機スズが蓄積していた。解析の結果、韓国産と舞鶴産で発現量が明らかに異なる遺伝子がいくつか検出され、その内の9個の遺伝子は、人為的な有機スズ暴露実験における発現変動パターンと挙動が一致していた。韓国沿岸では有機スズ汚染だけでなく金属汚染も報告されているので、今回見いだされた有機スズ応答遺伝子が有機スズのみに対応しているか否かはまだわからない。今後、今期の解析で得られた他の化学物質や金属イオン暴露アレイデータの詳細な比較を行なうことにより、各化学物質、金属イオン特異的に反応する遺伝子マーカーをさらに絞り込んでいきたいと考えている。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計9件)

①Mita K, Koyanagi R, Azumi K, Sabau SV, Fujiwara S. Identification of Genes Downstream of Nodal in the *Ciona intestinalis* Embryo. *Zoolog Sci.*, 27(2), 69-75, 2010, 査読有

②Toshifumi Minamoto, Shuji Hanai, Kaoru Azumi, et al (全10人中7番目). Circadian clock in *Ciona intestinalis* revealed by microarray analysis and oxygen consumption. *Journal of Biochemistry*, 147(2), 175-184, 2010, 査読有

③S-I Kitamura, S-I Ohtake, J-Y Song, S-J Jung, M-J Oh, B-D Choi, K Azumi and E Hirose. Tunic morphology and viral surveillance in diseased Korean ascidians: soft tunic syndrome in the edible ascidian *Halocynthia roretzi* (Drasche) in aquaculture. *Journal of Fish Diseases*, 33, 153-160, 2010, 査読有

④Euichi Hirose, Shin-ichi Ohtake, and Kaoru Azumi. Morphological characterization of the tunic in the edible ascidian *Halocynthia roretzi* (Drasche), with remarks on "soft tunic syndrome" in aquaculture. *Journal of Fish*

- Diseases, 32, 433-445, 2009, 査読有
- ⑤Kaoru Azumi, Youhei Ikeda, et al (全 9 人中 1 番目). Localization and characterization of g-glutamyl cyclotransferase in cancer cells. Molecular Medicine Reports, 2, 385-391, 2009, 査読有
- ⑥安住 薫, ホヤを用いた海洋汚染化学物質の新規影響評価系, 環境毒性学会誌 (Jpn. J. Environ. Toxicol.), 11(2), 95-98, 2008, 査読有
- ⑦ Masasuke Ryuda, Kimio Shimada, Ryo Koyanagi, Kaoru Azumi, Teiichi Tanimura and Yoichi Hayakawa. Analysis of hunger-driven gene expression in *Drosophila melanogaster* larval central nervous system. Zoological Science, 25, 746-752, 2008, 査読有
- ⑧Holland LZ, Albalat R, Azumi K (全 62 人中 3 番目), et al, The amphioxus genome illuminates vertebrate origins and cephalochordate biology. Genome Res., 18, 1100-1111, 2008, 査読有
- ⑨Asako G. Terasaki, Jin Hirata, Kaoru Azumi, et al (全 9 人中 8 番目). A lasp family protein of *Ciona intestinalis*. Biochimica et Biophysica Acta, 1779, 51-59, 2008, 査読有

[学会発表] (計 9 件)

- ①Kaoru Azumi, New method for the risk assessment of marine chemical pollutants using ascidian DNA microarrays, International Forum for Adaptability Science II: Technologies for a Sustainable Society, December. 3, 2010, Sendai
- ②安住 薫, 神村章子, 鏡良 弘, 海産固着動物ホヤの化学ストレス応答機構の解析-DNA マイクロアレイを用いた網羅的遺伝子発現解析-, 日本遺伝学会第 8 2 回大会, 2010 年 9 月 21 日, 札幌
- ③安住 薫, 海産固着動物ホヤのトキシコジェノミクス解析, 日本環境毒性学会特別セミナー/環境・健康分野への OMICS の活用, 2010 年 7 月 2 日, 札幌
- ④Mita, Kaoru, Koyanagi, Ryo, Azumi, Kaoru, Sabau, Sorin, Fujiwara, Shigeki, Identification of genes downstream of Nodal in the *Ciona intestinalis* embryo, The 5th International Tunicate Meeting, June. 24, 2009, Naha
- ⑤Kaoru Azumi, Risk assessment of marine chemical pollutants using ascidian DNA microarray, The 3rd Bilateral Seminar Italy-Japan, Physical and Chemical Impacts on Marine Organisms-Seeking

Sustainability and Postgenomics-, Nagoya, Nov. 26, 2008

- ⑥安住 薫, 海産固着動物ホヤを用いた海洋汚染物質の影響評価系, 第 1 4 回バイオアッセイ研究会・日本環境毒性学会合同研究発表会, 2008 年 8 月 28 日, つくば
- ⑦安住 薫, ホヤの大規模トランスクリプトーム解析とその海洋環境科学への応用, 第 9 回日本比較 3 学会合同シンポジウム, 2008 年 8 月 26 日, 東京
- ⑧Kaoru Azumi, Application of ascidian DNA microarray analyses for risk assessment of marine chemical pollutants. International symposium on Biological Responses to Chemical Pollutants, Ehime, Mar. 7, 2008
- ⑨安住 薫, 海産固着動物ホヤと海洋汚染, 日本マリンエンジニアリング学会-海洋環境と船舶塗装研究委員会第 6 回研究会, 2008 年 2 月 6 日, 東京

[図書] (計 2 件)

- ①安住 薫. 環境分野への DNA チップ応用-DNA チップを用いた水環境の評価, 「バイオチップ実用化ハンドブック」, (株) エヌ・ティー・エス, 東京, pp399-404, 2010.
- ②Kaoru Azumi, Shinjiro Amano, Sorin V. Sabau, Akiko Kamimura, Nori Satoh, and Ryo Koyanagi. Application of ascidian DNA microarray analysis for risk assessment of marine chemical pollutants. Biological Responses to Chemical Pollutants-Interdisciplinary Studies on Environmental Chemistry Vol. 1, Eds., Y. Murakami, K. Nakayama, S. Kitamura, H. Iwata and S. Tanabe, TERRAPUB, Tokyo, pp107-110, 2008

[その他]

2010 年 安住 薫, 神村章子, 鏡良 弘. 日本遺伝学会第 8 2 回大会 Best Paper 賞受賞

6. 研究組織

(1) 研究代表者

安住 薫 (AZUMI KAORU)  
北海道大学・環境健康科学研究教育センター・特任講師  
研究者番号: 9 0 2 2 1 7 2 0

(2) 研究分担者、連携研究者

なし