

## 動物の地震予知能力に関する研究

*The ability of animals to anticipate coming earthquakes*  
— Allele frequency distribution of the canine CRH gene in 33 breeds —

太田光明, 江口祐輔, 大木 茂

麻布大学大学院獣医学研究科 動物応用科学専攻

Mitsuaki Ohta, Yusuke Eguchi, and Shigeru Oki

Azabu University Graduate School of Veterinary Science

**Abstract.** The unusual behavior of animals was often observed around the seismic hypocenter in several days before the earthquake occurred. There were lots of reports concerning the unusual behavior of animals at the Great Hanshin Earthquake on January 17, 1995: Crows were singing all the night before the earthquake; cats disappeared before several days of the coming earthquake; dogs that seldom barked howled; dogs that were always gentle bit their owners suddenly; dogs showed no appetite; dogs were severely frightened; dogs were eager to go out their homes, etc.

The causes to elicit the unusual behavior of animals are thought to be the electromagnetic wave, charged aerosol, and unknown physical and chemical substances as the results of stress response. However, all animals didn't show the unusual behavior, for example, only 20 % of dogs behaved abnormally, which might mean the genetic difference of dogs in the response to stressors.

In this study we hypothesized that the unusual behavior might be a kind of stress response, and thus examined the allele frequency distribution of canine corticotropin releasing hormone (CRH) gene, which makes the upper hormone to be released in the stress response, using 37 dogs in 33 breeds. The result showed no allele frequency distribution of canine CRH, suggesting the CRH gene might be not related with the unusual behavior of dogs before coming earthquakes.

**Key words:** unusual behavior, stress response, CRH, genetic alleys, dogs

### 1. 目的

地震大国である我が国は、これまでに様々な大地震が発生し、実に多くの被害を受けてきた。そしてまた、東海沖から四国沖の海底を震源とする巨大地震が発生する危険性がある【今後30年以内に大地震が発生する確率：東海37%・東南海50%・南海40%（政府地震調査委員会発表2001年9月末）】。地震は自然現象であるため、防ぐことができないのが現状である。そのため、地震対策というものが執ら

れている。中でも、地震予知を行ない、その被害を最小限に止めようとする試みがなされている。中央防災会議（2003年3月18日）でまとめられた東海地震（M7）の被害想定によれば、予知が成功した場合とそうでない場合の死者の数を最大24%（予知成功：2400人、予知なし：10000人）まで抑えることができるとの報告がある。また、この地震予知が成功した例として、1975年2月4日に発生した中国海城（ハイチェン）地震がある。中国では広く見られる地震前兆現象を「宏観異常現象（宏観現象）」と呼

ぶが、中国海城地震の際でも地震予知に利用した背景がある。また、中国民衆歌謡の動物異常による地震防災歌まである（中国安徽省地震局調査編集）。

宏観異常現象（macroscopic anomaly）は、地震が起こる数日前から地震発生地域を中心に起こる異常現象である。宏観異常現象には、動物異常行動と植物異常・電気電子機器と電波の異常・大気異常現象（地震発光・雲の異常）が挙げられる<sup>9)</sup>。このうち、「ネズミが電線に止まる」、「犬が異常な鳴き声を出す」、「冬眠中の動物が雪原に出てきて死ぬ」など、動物が異常行動を示すものを前兆行動と言う。特に犬において地震前に見られる行動を挙げてみると、「普段吠えることのない犬が吠え続ける（遠吠えする）」、「飼い主を突然咬む」、「餌を食べなくなる」、「体を震わせ怯える」、「しきりに外へ出たがる」など様々である。また、1995年1月17日早朝に発生した兵庫県南部地震（M7.2）では、この犬の前兆行動が、調査個体の約20%で見られたことが報告されている【（社）日本愛玩動物協会が平成7年3月に実施した「兵庫県南部地震 避難所における被災動物の状況および飼い主等の対応に関する調査」では、有効標本数149頭のうち39頭が異常行動を示したとの報告もある】。犬が前兆行動を示す原因として、地震発光（視覚興奮）・音波振動・地気（ガス）臭気・電磁波電場・帯電エアロゾル噴出のためと考えられている。中でも、電磁波電場（パルス電場）の異常を感じ取って前兆行動が引き起こされていると言う説が科学的実験により有力である<sup>9)</sup>。もし、この電磁波電場の異常を動物が受容しているとするならば、その仕組みは以下のように考えられる。

生体は神経細胞から神経細胞へ情報を伝えることで興奮を伝達する。神経線維を伝わって神経終末まで達する過程において、 $\text{Na}^+$ に対する電位依存性通路（チャンネル）の開口が起こる。その結果、細胞外 $\text{Na}^+$ が急速に細胞内に流入し、膜は脱分極して電位が逆転する。これを活動電位と呼び、次の神経細胞へ直接伝えられることなく、活動電位により脱分極した神経終末から放出される化学伝達物質を介して液性に情報が伝達される<sup>3)</sup>。この一連のメカニズム自体は全ての動物に備わっているものである。また、生体がストレス刺激を受けると脳を含む全身に分布している「感覚系」で受容し、その情報は脳内視床

下部に伝達される。視床下部は、ストレス反応の初期に強く関わる交感神経系の緊張による副腎髄質からのカテコールアミン放出と、視床下部—下垂体—副腎皮質系の活動の亢進による副腎皮質ステロイドの分泌亢進を誘起する中枢である。前者の反応においては、延髄の各神経核における神経活動の亢進により最終的には副腎髄質に投射している交感神経の働きによって、ノルエピネフリン、エピネフリンなどのカテコールアミンの血中への放出が促進される。後者においては、その情報が視床下部の室傍核に伝達され、主に室傍核の背内側部に存在するCRH産生ニューロンを活性化させる。CRHニューロンは視床下部の正中隆起部に繊維を送っており、その神経線維の終末よりCRHが下垂体門脈中に放出される。放出されたCRHは下垂体前葉に到着し、ACTH産生細胞よりACTHの分泌を促進する。末梢血中に放出されたACTHは副腎皮質束状層からのグルココルチコイドの分泌を刺激する。室傍核を含む領域を電気破壊したり、CRHに対する抗血清を投与してCRHの作用を中和したりすると、ストレス後のACTH、グルココルチコイドの分泌が著明に抑制されることから、室傍核に存在するCRHはストレス後の視床下部—下垂体—副腎系の反応に必須のものであり中心的な役割を担っていると言える<sup>1)</sup>。地震を感知するメカニズムを考えたと際に、興奮の伝達において $\text{Na}^+$ をはじめとするイオンは電磁波により影響を受けたことが考えられる。また、ストレス反応において重要である視床下部から分泌されるCRHによる影響の違いにより、地震による電磁波電場をストレス反応として感知できるものとそうでないものとの差があるのではないかと考えられる。

地震感知できる犬に見られる遺伝子を発見する方法の一つとして、地震を感知する犬はストレス感受に特異性があるのではないかと考えられる。そこで本研究では、特にストレス反応の中心的役割を担っているCRH遺伝子多型を検出することを目的とした。

## 2. 方法

### 材料

本研究では、ワールド牧場（大阪府南河内郡）で飼育されている27犬種27頭、麻布大学動物人間関

係学研究室で飼育されている3犬種6頭（以上は血液または、口腔内細胞からDNAを抽出）、および大脳切片サンプル（飼育場所不明）から3犬種4頭、合計33犬種37頭を用いた（MIXは犬種に含まない）。Table. 1に詳しい犬種名を記す。

#### DNA抽出

DNAは、静脈穿刺を用いて伏在静脈から採取した血液をQIAamp DNA Blood Mini kit (QIAGEN,U,S,A), また、綿棒を用いて口腔から採取した細胞及び大脳切片をQIAamp DNA Mini Kit (QIAGEN,U,S,A)によりそれぞれプロトコルに従い抽出した。その後のDNA

サンプルは、4℃で保存した。

#### Polymerase Chain Reaction (PCR) 法

抽出したDNAはサーマルサイクラー (iCycler BIO-RAD) を用いて Polymerase Chain Reaction (PCR) 法により増幅した。PCR反応は、autoclave water 20.5 ul, Taq DNA Polymerase 10× BUFFER w/MgCl<sub>2</sub> (Promega) 5 ul, 2.0 mM dNTP MIX (dATP, dCTP, dGTP, dTTP) (GeneAmp) 10 ul, Forward primer 2 ul, Reverse primer 2 ul, DIMETHYL SULFOXIDE (SIGMA) 5 ul, Canine DNA 5 ul, Taq DNA Polymerase in Storage Buffer A 0.5 ul を含んだもので行なった。本研究で用いられた

Table. 1 (a)

犬種	飼育場所	DNA 抽出部位	性別
アイリッシュ・ウルフハウンド (Irish Wolfhound)	a	A	♂
アイリッシュ・セッター (Irish Setter)	a	A	♀
アフガン・ハウンド (Afghan Hound)	a	A	♀
アメリカン・コッカー・スパニエル (American Cocker Spaniel)	a	A	♂
イビザン・ハウンド (Ibizan Hound)	a	A	♀
イングリッシュ・コッカー・スパニエル (English Cocker Spaniel)	a	A	♂
イングリッシュ・マスチフ (English Mastiff)	a	A	♂
ウイペット (Whippet)	a	A	♂
エアデール・テリア (Airedale Terrier)	a	A・B	♀
オーストラリアン・ケルピー (Australian Kelpie)	a	A	♀
グレイハウンド (Greyhound)	a	A	♀
グレート・デーン (Great Dane)	a	A	♀
ゴールデン・レトリバー (Golden Retriever) ※	b	A・B	♀ (2)
柴犬 (Shiba)	不明	C	不明
シベリアン・ハスキー (Siberian Husky)	b	A	♀
スタンダード・プードル (Standard Poodle)	a	A	♂
ダルメシアン (Dalmatian)	a	A	♀
チワワ (Chihuahua)	不明	C	不明
ドーベルマン (Doberman)	a	A	♀
ニューファンドランド (Newfoundland)	a	A	♀
パグ (Pug)	a	A	♂
バセット・ハウンド (Basset Hound)	a	A	♀
ビズラ (Vizsla)	a	A	♂
ブービエ・デ・フランダース (Bouvier des Flandres)	a	A	♀
フレンチ・ブルドッグ (French Bulldog)	a	A	♀
ブルテリア (Bull Terrier)	a	A	♂
ブル・マスチフ (Bull Mastiff)	a	A	♂
ボーダー・コリー (Border Collie)	a	A	♀
ボクサー (Boxer)	a	A	♀
ボルドー・マスチフ (Bordeaux Mastiff)	a	A	♂
マルチーズ (Maltese)	不明	A	不明
ラブラドル・レトリバー (Labrador Retriever) ※	b	A・B	♀ (2)
ロットワイラー (Rottweiler)	a	A	♀
MIX ※	b・不明	A・C	♂・不明

研究室：麻布大学動物人間関係学研究室

※ゴールデン・レトリバー、ラブラドル・レトリバー、MIXは2頭ずつ用いた

a：ワールド牧場、b：研究室、A：血液、B：口腔内細胞、C：大脳切片

Table. 1 (b-1)

犬種	エアデール・テリア	ダルメシアン	スタンダード・プードル
英名	Airedale Terrier	Dalmatian	Standard Poodle
原産国	グレート・ブリテン	バルカン地方、インド	ドイツ
起源	1800年代	中世	中世
初期用途	アナグマ・カワウソ猟	実猟、運搬犬	水禽の搜索・回収
現在用途	コンパニオン、警備犬	コンパニオン	コンパニオン、番犬
寿命	13	12	11~13
体重	20~23	23~25	20.5~32
体高	56~61	50~61	37.5~38.5
毛長	長毛	短毛	長毛
犬種	アフガン・ハウンド	イビザン・ハウンド	グレイハウンド
英名	Afghan Hound	Ibizan Hound	Greyhound
原産国	アフガニスタン	バレアレス諸島	エジプト、イギリス
起源	古代、1600年代	古代	古代
初期用途	狩猟(大動物)	視覚・嗅覚・聴覚ハウンド	狩猟(大動物)
現在用途	コンパニオン、番犬、狩猟	コンパニオン、レトリバー	競争、追跡、コンパニオン
寿命	12~14	12	10~12
体重	23~27	19~25	27~32
体高	64~74	56~74	69~76
毛長	長毛	短毛	短毛
犬種	ボーダー・コリー	ブービエ・デ・フランダース	ボクサー
英名	Border Collie	Bouvier des Flanders	Boxer
原産国	イギリス	ベルギー、フランス	ドイツ
起源	1700年代	1600年代	1850年代
初期用途	羊・牛のハーディング	牛のハーディング	ガーディング、フル・バイティング
現在用途	コンパニオン、羊のハーディング シーブドッグのテスト犬	コンパニオン、ガーディング	コンパニオン
寿命	12~14	11~12	11~12
体重	14~22	27~40	25~32
体高	46~54	58~69	53~63
毛長	長毛	長毛	短毛
犬種	イングリッシュ・マスティフ	ブル・マスティフ	ボルドー・マスティフ
英名	English Mastiff	Bull Mastiff	Bordeaux Mastiff
原産国	イギリス	イギリス	フランス
起源	古代	1800年代	古代
初期用途	ガーディング	ガーディング	ガーディング、ゲーム・ハンティング
現在用途	コンパニオン、ガーディング	コンパニオン、ガーディング	コンパニオン、ガーディング
寿命	9~11	10~12	9~11
体重	79~86	41~59	36~45
体高	70~76	64~69	58~69
毛長	短毛	短毛	短毛

プライマーは、ヒト、ラット、ヒツジの CRH 遺伝子塩基配列を基に解析された犬 CRH 遺伝子塩基配列 (Fig.1) 15) より設計された (Fig.2) (Intron 領域プライマー: タンパクをコードする拘束がなく、点変異による置換や様々な変化が蓄積しやすい、5'上流域プライマー: TATAbox, CAATbox の基本転写配列を含む, Exon プライマー: 通常変化が起こったときには生物にとって好ましくない場合が多いためには除かれることが多い)。また、PCR は Cycle1 (×1) 熱変性 94 °C 5 分, Cycle2 (×35) 熱変性 94 °C 1 分, アニール 55 °C 1 分, 伸長反応 72 °C 1 分 30 秒, Cycle3 (×1) 伸長反応 72 °C 10 分に設定した。

#### アガロースゲル電気泳動

アガロースゲル電気泳動は全てのサンプルを対象に行なった。プライマー a~d, A~G による PCR 産物は、水平サブマリン型電気泳動装置 (Mupid-21 COSMO BIO CO.,LTD.) を用いて行ない、3%アガロースゲルで 1×TAE (Tris Acetate EDTA) buffer を用いて、100V, 1時間30分電気泳動した。泳動後、エチジウムプロミド (10 µg/100 ml 1×TAE) で10分間染色し、トランスイルミネーターの上に載せ紫外線照射した。PCR-single-strand conformational polymorphism (PCR-SSCP) PCR-SSCP による調査は、33犬種から各犬の特徴 (原産国・起源・用途・体重・体高・毛長) よりできるだけ異なるものを14犬

Table. 1 (b-2)

犬種	イングリッシュ・コッカー・スパニエル	パグ	アイリッシュ・ウルフハウンド
英名	English Cocker Spaniel	Pug	Irish Wolfhound
原産国	イギリス	中国	アイルランド
起源	19世紀	古代	古代、1800年代
初期用途	小型ゲームの回収	コンパニオン	オオカミ狩り
現在用途	コンパニオン	コンパニオン	コンパニオン
寿命	13~14	13~14	11
体重	13~15	6~8	40~55
体高	38~41	25~28	71~90
毛長	長毛	短毛	長毛

犬種	柴犬	シベリアン・ハスキー	ゴールデン・レトリバー
英名	Shiba Inu	Siberian Husky	Golden Retriever
原産国	日本	シベリア	イギリス
起源	古代	古代	19世紀
初期用途	小型の猟獣の狩猟	そり犬	ゲームの捜索、回収
現在用途	コンパニオン	コンパニオン・犬ぞりレース	コンパニオン・ガンドッグ 野外実施競技、介護犬
寿命	12~13	11~13	12~13
体重	8~10	16~27	27~36
体高	35~41	51~60	51~61
毛長	短毛	長毛	長毛

犬種	ラブラドル・レトリバー	チワワ	マルチーズ
英名	Labrador Retriever	Chihuahua	Maltese
原産国	イギリス	メキシコ	地中海地方
起源	19世紀	19世紀	古代
初期用途	ガンドッグ	コンパニオン	コンパニオン
現在用途	コンパニオン・ガンドッグ 野外実施競技、救助犬	コンパニオン	コンパニオン
寿命	12~13	13~14	14~15
体重	25~34	1~3	2~3
体高	54~57	15~23	20~25
毛長	短毛	長・短毛	長毛

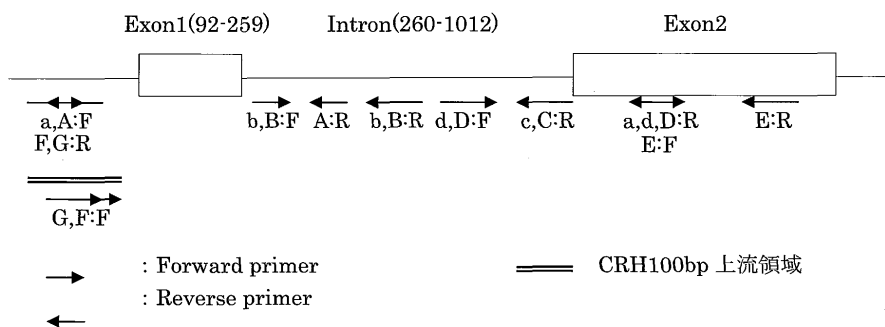
```

ctgtcaagagagcgtcagcttattaggcaaatgctgctggtttctgaagagggctgacgctaataaaatcccaactccaggcctggtgtggagaaactcagagccaagtcggttgaga
gactgaagagaagaataagaggggaagaaaaaagtgaggacagaaagggagaaggaagaaagccctgaaagagccccgagacgttctctgctgagagggcagcagcgc
ccactcactcagagacacctcagaaggtaggagcgcctagacggaaaccgctccactttgctgtgctgacgtccatggtgtgcccagagagccgggtctctctgtgaggg
catatgtgtgagtgagtggtgtgctgtgtgctgtgtgtgctgactgctcaggatgcggtagtagccggatggtgtcaaaagcaaacctagacggtgtaactgtaattggaact
gtcagttactctcctgctggtttgtagatgagtcocccatgatccgacccctgagagaggaacacaaagggctggatggagaaaggggaggaggagcagcagcttctcaatt
ggagagacaaccgcaaacccccgaagagggggcgtattacagtggtgtagatctaaatgttagatcttctctagagctcgggaatccgttttgaggatcgttagaaagggg
accagagacccttcaggattcggaagagggcactccagcctagcagaggggctgagctttggtgtaagctgtagcgtctcccttgctgcccccccccccccacagcaactcc
aactctagacgtctcgttgtagagcttcagcaccgagcagctgctgcccgaacccagggcgctccaccgctctctgtaggaagccccgagcgcctcccttttgagtgaaact
ctgaccaactcttctctctctctctctctcctctctccgccccactctgcccagcagtagtgccttaacatggcctgcccctgctctgcccggggctctctggtggtctc
ctgccccgcccaactcagagggcctcctcagccggggccattccggcggcccgcaagcctgcgcagcaecccagccctggatttctctcagctgcccggcagcccagcagcccc
aaacggcagctcgcgccctcctgtaaccgatggggaggagtagtctctcctgctgggaacotcaacaagagccccgctgctccctcctgcccgcctctcactctgctcggggg
agcgagccgccccttccggagcagagcggcccgaacctttccgcgttgctgcagcagctgcccctgcccgcagctgacagccccgctggtcccgcagccgggag
gagaacccctcgcagcggccagagacccccggagaggagagagatccggagaaacctccactctcctggatctcacttccaactctctcgagaagcttggaatgccagggg
ccgagcagttagcagcaagctca

```

Fig. 1 イヌ CRH 遺伝子塩基配列

Exon は太字，プロモーター領域の下線部は TATABox  
Exon2 中の下線部はコード領域を示す



a:F(5'-CAATCGAGCTGTCAAGAGAG-3'),R(5'-GCTCTTGTGAGGTTCCCCA-3'),  
 b:F(5'-GGGCATATGTGTGAGTGTGA-3'),R(5'-TACAGCTTAGCACCAAAGCT-3'),  
 c:F(5'-GAGGAGGCAGCAGTTCTCAA-3'),R(5'-AGTTGGTCAGAGTTCAACTC-3'),  
 d:F(5'-ACGTCCTGGTTCGAGAGCTT-3'),R(5'-GCTCTTGTGAGGTTCCCCA-3'),  
 A:F(5'-CAATCGAGCTGTCAAGAGAG-3'),R(5'-AGGCACAGTCAGCAAACACA-3'),  
 B:F(5'-GGGCATATGTGTGAGTGTGA-3'), R(5'-TACAGCTTAGCACCAAAGCT-3'),  
 C:F(5'-GAGGAGGCAGCAGTTCTCAA-3'),R(5'-AGTTGGTCAGAGTTCAACTC-3'),  
 D:F(5'-ACGTCCTGGTTCGAGAGCTT-3'),R(5'-GCTCTTGTGAGGTTCCCCA-3'),  
 E:F(5'-TGGGGAACCTCAACAAGAGC-3'),R(5'-CCTGTTGCTGTGAGCTTGCT-3')  
 F:F(5'-TTGGATGTGAGATTCAGTGT-3'),R(5'-CTGACGCTCTTGACAGCT-3')  
 G:F(5'-GACAAGTCATAAGAAGCCCT-3'),R(5'-CTGACGCTCTTGACAGCT-3')

アガロース電気泳動で用いたプライマー：a~d、A~G  
 ポリアクリルアミドゲル電気泳動で用いたプライマー：A~G

Fig. 2 プライマー領域の概略

Table. 2

	条件1	条件2	条件3	条件4
ポリアクリルアミドゲル濃度 (%)	9	12	15	15 (+グリセリン5%)
電圧 (V)	70	100	100	100
時間 (h)	7	10	12	12

種選出し行なった7)。(アイリッシュ・ウルフハウンド, アイリッシュ・セッター, イビザン・ハウンド, イングリッシュ・コッカー・スパニエル, イングリッシュ・マズティフ, エアデール・テリア, オーストラリアン・ケルピー, ダルメシアン, ニューファンドランド, バセット・ハウンド, ブービエ・デ・フランダース, ブル・テリア, チワワ, マルチーズ)

プライマーA~GによるPCR産物は, スラブ型電気泳動装置 (Mini PROTEAN○R3 cell ATTA, AE-

8300型クロスパワー 150 ATTA) を用いて行ない, ポリアクリルアミドゲルで1×TBE (Tris Boric EDTA) bufferを用いて, 泳動した (Table. 2)。泳動後, 銀染色を行ないバンドを確認した【銀染色: グルタルアルデヒド溶液 (20%) で30分間固定し, 固定液を捨て, MilliQWを10分おきに新しいものと換えながら60分間洗う。銀染色液 (硝酸銀水溶液20% (1ml)・水酸化ナトリウム水溶液4% (1ml)・アンモニア水28% (1ml)をMilliQWで100mlにメスアップする) で15分間振盪する。銀染色液を捨て,

MilliQWで新しいものに換えながら10分間3回洗う。MilliQWを捨て、ホルムアルデヒド0.5%で現像する。適度な染色像が得られたら、水道水で洗う。】。

### 3. 結果と考察

アガロースゲル電気泳動(33犬種, 37頭), PCR-SSCP(14犬種, 14頭)によりCRH遺伝子多型は検出されなかった(Fig.3)。

#### 1) 犬種差からみる地震感知遺伝子の存在の可能性

本研究では上流域, Exon1, 2, Intron領域をアガロースゲル電気泳動により33犬種, PCR-SSCPにより14犬種を調べた。また, 過去の報告(15), (16)ではIntron領域を15犬種【秋田犬, 柴犬, 紀州犬, 甲斐犬, 北海道犬, ポインター, シェットランド・シープドッグ, ワイマラナー, マルチーズ, ミニチュア・ダックスフント, ジャーマン・シェパード, シベリアン・ハスキー, ブリタニー・スパニエル, ゴールデン・レトリバー, ビーグル(ビーグルのみ本研究と同様に上流域, Exon1, 2においても解析された)】で解析された報告があるが検出されていない。しかし, これまで調査された犬は44犬種であり, 国際畜犬連盟(Federation Canine International)が公認している約330犬種の13%, 世界で確認されている7~800犬種のわずか5~6%でしかない。さらに, 本研究で用いた犬の約73%がワールド牧場で飼育されていたため遺伝的偏りが生じていたことも考えられる。また, 本研究でPCR-SSCPにより調べるこ

ができなかった犬が19犬種もあり, CRH遺伝子多型が存在しないと断定することもできない。

#### 2) 日本在来犬種における地震感知遺伝子の存在の可能性

兵庫県南部地震後に大阪市立大学阪神大震災学術調査団前兆現象調査グループにより一般市民から集められた情報(10)によれば, 犬種が明らかな50頭のうち柴犬が16頭(日本犬系雑種を2頭含む)と全体の割合が高かった。また, 研究室で飼育されていたMIX(推定4歳)は10 v/mの電磁波を受けた後, 通常のエピネフリン値が18.48 ng/mlであるのに対し, その7倍以上の137.05ng/mlと高い値を示した。この値の差は, MIXの飼育されている研究室にラブラドル・レトリバーが1頭加わった際にも見られた【116.57 ng/ml平常値の約6倍, いずれの日も動物介在活動(AAA)のセッションのため病院へ訪れたがその後の値は平常値に戻った】。同日のサンプルによりノルエピネフリンとドーパミンの測定も行なわれたが平常値と特別な差は見られなかった。このMIXは当研究室におけるドーパミンD4受容体(DRD4)遺伝子解析により日本犬特有の遺伝子多型(549 bp)が確認されているため日本犬と血縁関係であると考えられる(18)。また, 日本犬は反抗性, 支配性, テリトリー防衛性, 他犬への攻撃性の4特性が他品種と比べ高いセンシティブな気質を具えている犬種であると言える(14)。よって, 地震を感知することができる犬においてこのような気質を具えていること

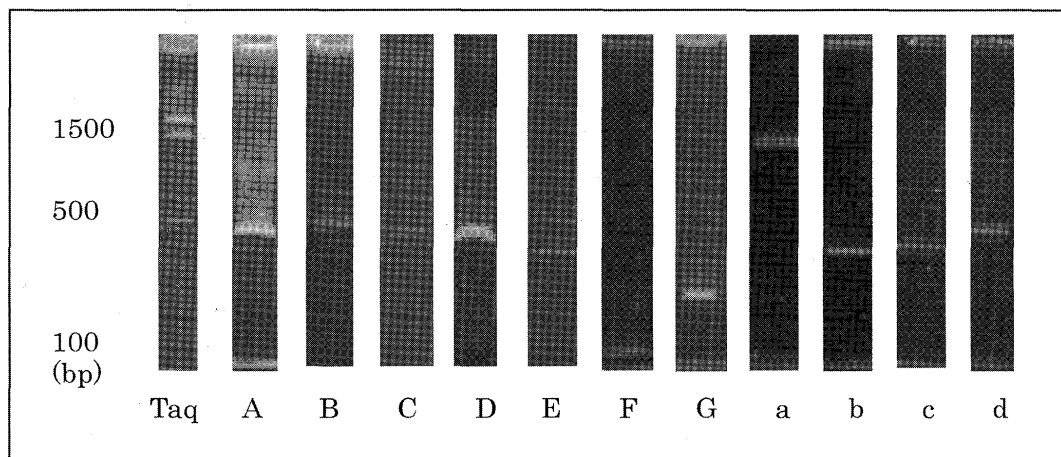


Fig. 3 アガロースゲル電気泳動による検出バンド写真(マルチーズ)  
全てのサンプルに同位置に見られた(G写真に見られる長いバンドの方はスメア)

は一つの指標とすることができると考えられる。また、常に地震発生の恐れがある日本を原産国としているため、地震による電磁波電場の異常を感じ取る能力が高い遺伝子を日本犬が具えている可能性が示唆される。

### 3) 性別からみる地震感知遺伝子の存在の可能性

オスとメスの間においてCRHの機能および遺伝子に特異的なものがあると報告がある。すなわち、「性ステロイドホルモンは視床下部のCRHに影響を及ぼし、ヒトでは、女性の方が男性よりも視床下部のCRH含量が多い」「卵巣を摘出したラットにエストロゲンを慢性投与すると、室傍核のCRHのタンパク質量が増加し、ACTH、コルチコステロンの基礎分泌ならびにストレス後の分泌も増加する」「エストロゲンによる黄体形成ホルモン(LH)の急峻な増加(LHサージ)の際にCRHのmRNAが増加するため、エストロゲンはCRHニューロンに働き、CRH遺伝子の発現を促進させる可能性がある」<sup>1)</sup>以上のことを踏まえるとオスとメスとでは、ストレスに対する反応が異なることが考えられる。つまり、地震感知する犬はオスとメスとの差がある可能性が考えられる。しかし、本研究で用いられた犬(オス:15頭,メス:18頭,不明:4頭)および、大阪市立大学による震災後のアンケート<sup>10)</sup>(オス:18頭,メス:12頭,不明:58頭)によると明らかな性別の差は見られなかった。

### 4) グルココルチコイドからみる地震感知遺伝子の存在の可能性

CRH以外のストレス関連因子ホルモンとして、ACTH、グルココルチコイド、アルギニンバソプレッシン、プロラクチン、成長ホルモンなどが挙げられる。特に、グルココルチコイドはCRHに作用し、ストレス反応に影響を与えているとされる。視床下部-下垂体-副腎系が賦活化されると、最終的にグルココルチコイドの分泌が高まる。グルココルチコイドは、生体の恒常性の維持やストレスに対する個体の反応に重要な働きを担っているほかに、視床下部あるいは下垂体に働いてCRHやACTHの合成・分泌を抑制する負のフィードバック作用を持っている(海馬、室傍核、下垂体いずれのレベルにおいても負

のフィードバックをかける)。視床下部ではグルココルチコイドは、室傍核のCRH mRNAとCRHのタンパク質量をともに低下させる。これとは逆に、副腎摘出などでグルココルチコイドの作用を取り除くと、室傍核のCRH mRNA量は増加する。このように、グルココルチコイドはCRH遺伝子の発現に非常に重要な役割をもっている。また、胎盤では室傍核と逆に、グルココルチコイドによりCRH遺伝子の発現は促進される。なぜグルココルチコイドが組織によってCRH遺伝子の発現に対し相反する作用を示すのかは、現在のところ明らかになっていないが、細胞質内に存在する何らかのタンパク質がグルココルチコイドの作用を修飾していると考えられる<sup>1)</sup>。これらのことからグルココルチコイドの遺伝子学的解析により地震感知できる犬の特異性の指標とできる可能性がある。

### 5) セロトニンからみる地震感知遺伝子の存在の可能性

視床下部に高濃度で存在するセロトニンは不安にも攻撃性にも働いている神経伝達物質である。現在までの研究では、脳のどの部位のセロトニンが効いているかは明らかではなく、結合する受容体が14種類もある物質である。このため、受容体がそれぞれ違った分布にあった働きをしている可能性があり、受容体の働きが地震感知できる犬とできない犬との間に違いがあることも考えられる。さらに、セロトニントランスポーター遺伝子の上流には、人によって44個の塩基挿入のある人とない人がいると言う報告がある。505人の正常人で比較したところ、ある人では多く作られ、ない人では合成量が少ない。このことから塩基挿入のない人では、セロトニン濃度が低下することによって不安を感じると言われている<sup>5)</sup>。犬においてもこのような違いがある可能性があり、塩基挿入のない犬は異常な電磁波電場を感じやすいと考えられる。

### 6) 地震による前兆行動が強化される可能性

地震感知したとされる犬において本震以外の際にも前兆行動が報告されている。例えば、「余震(震度1以上)の5~10分くらい前に犬の様子が激変した」、「余震のたびに窓ガラスを蹴った」、「大きな余震の前触れとして、本震と同様に遠吠えをした」、「過去の



地震（鳥取，但後，その他）にも必ず聞いた犬の長鳴きが見られた」などである10)。余震の大小の違いは見られるものの，大地震を体験したことにより地震に敏感になったと考えられる。なぜ地震に敏感になったかそのメカニズムはわからないが，地震による恐怖を学習し，地震が起こったときに感じたものと同様の電磁波電波を受けたことにより敏感になったことが考えられる。そのため，人工的に電磁波を照射し，特異的な行動を示させるようなトレーニングをすることで実際の地震発生時においても前兆行動を起こさせることができる可能性も考えられる。

以上のことから地震を感知できる犬とそうでない犬の違いを見る際にCRH遺伝子多型による指標だけでは判断できないと考えられる。しかし，犬種差，個体差，性別によりストレス感受性が異なることは明らかであり，地震感知したとされる犬においても差が生じていることが考えられる。また，大阪市立大学による震災後のアンケートにおいて，前兆行動を示す柴犬が多かったことについては，当時前兆行動が見られた地域で飼育されていた犬の個体数と全犬種が確認できていないため断定はできない。また，研究室で飼育されていたMIXにおけるストレス反応は，反応が検出された当日に他のストレス要因が関係していた可能性も考えられ，再現実験によりその正否を明らかにする必要がある。そして，同様の結果が得ることができれば，今後の研究課題として地震感知遺伝子を見出す際に多数の日本犬を用いた遺伝子解析が有用と考えられる。そして，地震感知遺伝子の検出にあたり，この遺伝子が相加的遺伝効果であるポリジーン・モデルである可能性も考えられる5)。

ポリジーン・モデルはいろいろな遺伝子座に存在する遺伝子が同様の形質に影響を与える遺伝子である。一つ一つの遺伝子の効果は小さいが，複数の遺伝子が働き十分な効果を示すと考えられている。しかし，今現在解析されている犬の遺伝子は少なく，本研究に必要なストレス反応や行動発現に関する遺伝子は，CRH，DRD2，DRD4 (Exon1, Exon3)と少なく，ほとんどが明らかでない。そのため，CRHにおいても引き続きの解析が必要であるがグルココルチコイドを始めとするその他のストレス因子による

複数の遺伝子学的解析が必要であると考えられる。

本研究では，33犬種37頭を調査したところCRH遺伝子多型は検出されなかった。しかし，本研究で用いられた犬種および過去に報告された犬種を含めても，その犬種数は国際畜犬連盟に登録されている犬種の約13%に過ぎず，CRH遺伝子多型が存在しないと断定することはできない。また，本研究はCRH遺伝子多型を複数の犬種で存在の可能性を検討したが，大阪市立大学によるアンケート調査より地震を感知したとされる犬の多くは，柴犬，ミニチュア・ダックスフント，シーザーなど日本で一般的に飼育されている犬種であった。そのため調査された犬たちがみなCRH遺伝子多型をもっているとは考えにくい。たとえもっていたとすれば個体差によるものであると考えられる。従って，地震を感知することのできる犬がもつ特異性を考えたときCRH遺伝子多型である可能性は極めて低いと言える。

地震感知遺伝子を持つ犬を発見するためには，地震を感知できる犬が持つ特異性の発見が必要である。よって今後はCRH遺伝子以外にもグルココルチコイドを始めとするストレス因子での遺伝子学的解析の研究が期待される。また，本研究では，そのほとんどが西洋犬であったため日本在来犬種（柴犬，紀州犬，甲斐犬，四国犬，北海道犬，秋田犬）での遺伝子学的解析が有効と示唆される。

#### 4. 要約

地震が起こる数日前から地震発生地域を中心に動物の異常行動が見られることがある。この行動を前兆行動と呼び，1995年1月17日に発生した兵庫県南部地震を始めとする大地震では，「地震の前夜，鳥が一晩中鳴いていた」，「ネズミがいなくなった」，「地震数日前よりいなくなっていた猫が地震後に帰ってきた」など多数報告されている。特に犬において，地震前に見られる行動を挙げてみると，「普段吠えることのない犬が吠え続ける（遠吠えする）」，「飼い主を突然咬む」，「餌を食べなくなる」，「体を震わせ怯える」，「しきりに外へ出たがる」など様々である。前兆行動が起こる原因としては，電磁波電場，帯電エアロゾル噴出，地震発光などの地震前兆現象によるためであり，どの現象が原因であってもそれぞれ

の現象に曝露されることが、動物にとってストレスとなり異常な行動で表わされると考えられる。つまり、前兆行動は動物が物理的な地震前兆現象を感じ取って起こす行動である。しかし、全ての動物が地震を感知し、前兆行動を示す訳ではない。兵庫県南部地震では犬の前兆行動が調査個体の約20%に見られたが、この犬たちは他の犬たちと比較したとき、ストレス感受あるいは行動発現に関する何かに違いが見られると考えられる。

そこで本研究は、地震感知できる犬とできない犬との違いが、ストレス反応の最上位ホルモンであるCRHに見られる可能性があると考え、CRH遺伝子多型の存在を検証することを目的とした。しかし、33犬種37頭を解析した結果CRH遺伝子多型は検出されなかった。地震感知遺伝子を持つ犬を発見するためには、地震を感知できる犬が持つ特異性の発見が必要である。よって今後はCRH遺伝子以外にもグルココルチコイドを始めとするストレス因子での遺伝子学的解析を行なうことが有効である。

Keywords：前兆行動，ストレス，CRH，遺伝子多型，犬

#### 参考文献

- 1) 日本比較内分泌学会 ホルモンの分子生物学-5 ストレスとホルモン 学会出版センター 1997
- 2) 津田恒之著 改訂増補 家畜生理学 株式会社 養賢堂 1994
- 3) 本郷利憲 廣重力 豊田順一 熊田衛 編集 標準生理学 第4版 医学書院 1998
- 4) BENJAMIN LEWIN 著 遺伝子 第5版 東京化学同人 1996
- 5) 安藤寿康著 心はどのように遺伝するか 双生児が語る新しい遺伝観 講談社 2000
- 6) 石浦章一編集 イラスト医学&サイエンスシリーズ わかる脳と神経 羊土社 2002
- 7) Bruce Fogle 著者, 福山英也監修 新犬種大図鑑 ペットライフ社 2002
- 8) 林良博監修 イラストでみる犬学 講談社 2000
- 9) 池谷元何著書 地震の前, なぜ動物は騒ぐのか 電磁気地震学の誕生 日本放送出版協会 1998
- 10) 弘原海 清編著 前兆証言1519! 東京出版 1995
- 11) 尾池和夫著 図解雑学 地震 ナツメ社 2001
- 12) 竹内均総編集 Newton 別冊 増補版 せまり来る巨大地震 大地震は必ずやってくる Newton Press 2002
- 13) 二間瀬敏史, 麻生修著 図解雑学 電磁波 ナツメ社 2000
- 14) 田名部雄一 山崎薫著 評定依頼調査に基づく犬品種による行動特性の違い—家庭犬への適正を中心に— 日本獣医学会会誌 vol.54 No.1, 2001
- 15) 矢井智敬 イヌ副腎皮質刺激ホルモン放出ホルモン (CRH) 遺伝子の塩基配列決定 麻布大学獣医学部 卒業論文 2002
- 16) 水島秀成 イヌ副腎皮質刺激ホルモン放出ホルモン (CRH) 遺伝子の解析 麻布大学獣医学部 卒業論文 2001
- 17) J. A. MOL, M. van WOLFEREN, M. KWANT and R. MELOEN: Predicted Primary and Antigenic Structure of Canine Corticotropin Releasing Hormone Neuropeptides (1994) 27, 7-13
- 18) Hideyuki ITO, Hidetoshi NARA, Miho INOUE-MURAYAMA, Makoto K.SHIMADA, Akiko KOSHIMURA, Yuko UEDA, Hitoshi KITAGAWA, Yukari TAKEUCHI, Yuji MORI, Yuichi MURAYAMA, Mitsuo MORITA, Toshiroh IWASAKI, Katuaki OHTA, Yuichi TANABE and Shin'ichi ITO: Allele frequency distribution of the canine dopamine receptor D4 gene exon III and I in 23 breeds 日本獣医学会会誌