# 平成 24 年度
# 甲状腺結節性疾患有所見率等調査
# 成果報告書

平成 25 年 3 月

特定非営利活動法人 日本乳腺甲状腺超音波医学会

本報告書は、環境省の平成 24 年度原子力災害影響調査等事業による委託業務として、特定非営利活動法人日本乳腺甲状腺超音波医学会が実施した平成 24 年度「甲状腺結節性疾患有所見率等調査」の成果をとりまとめたものです。

# まえがき

平成 23 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災に伴う東京電力株式会社福島第一原子力発電所の事故（以下「福島事故」）では、これまでの国などによる想定を遙かに超えた、地震や津波による災害と原子力災害の複合災害となり、内閣総理大臣による原子力緊急事態宣言が発せられる中、大量の放射性物質が放出されるという事態に至った。

これにより、第一原子力発電所から 30km 圏内の住民が避難の対象となり、現在でも未だ多くの県民が避難生活を余儀なくされ、広範囲な環境除染が求められるなど、地域住民は元より国民の社会生活に様々な影響を及ぼしている。

このような状況下、福島県では福島事故による県内の放射能汚染を踏まえ、被ばく線量の推計に加え、将来にわたる健康管理の推進等を図ることを目的として県民健康管理調査を実施している。

この県民健康管理調査の一環として実施している甲状腺超音波検査は、福島事故当時概ね18歳以下の全県民を対象として、一定の期間ごとに反復して行うこととなっており、現在も順次実施されているところである。

しかし、我が国においては、18歳以下の者におけるこれら甲状腺結節性疾患に関する広範囲な調査はなく、我が国における有所見率の調査が求められている。

そのため、甲状腺結節性疾患の有所見率等、県民健康管理調査の結果の評価に必要な知見を収集することを目的に、福島県以外の地域において一定数以上の18歳以下の者を対象とした甲状腺超音波検査等を行った。

なお、検査方針や判定基準結果等に関しては、「甲状腺結節性疾患有所見率等調査委員会」および「甲状腺結節性疾患有所見率等調査判定基準ワーキンググループ」を設置し、検討を行った。

本報告書は、これらの事業の成果をとりまとめたものであり、上記調査委員会およびワーキンググループ委員ならびに甲状腺超音波検査実施機関、さらには甲状腺超音波検査者等の関係各位のご協力に深く感謝の意を表する次第である。

平成 25 年 3 月

特定非営利活動法人 日本乳腺甲状腺超音波医学会

# 目　　次

第１編　甲状腺結節性疾患の有所見率調査
はじめに ……3
第１章　甲状腺超音波検査 ……4
1.1　調査概要 ……4
1.2　青森地域 ……24
1.3　山梨地域 ……25
1.4　長崎地域 ……26
1.5　結果概要 ……27
第２章　考察 ……43
第３章　まとめ ……45

第２編　ヨウ素摂取量と甲状腺の放射性ヨウ素摂取量の関連に係る国内外の文献調査
はじめに ……49
第１章　ヨウ素摂取量と甲状腺の放射性ヨウ素摂取量の関連に係る文献調査 ……50
第２章　まとめ ……55

第３編　まとめ
第１章　調査のまとめ ……61
第２章　今後の課題　……63

参考資料
参考資料１：甲状腺結節性疾患有所見率等調査委員会 ……67
参考資料２：委員会等委員名簿 ……72
参考資料３：ヨウ素摂取量と甲状腺の放射性ヨウ素摂取量の関連に係る文献 ……74

# 第１編　甲状腺結節性疾患の有所見率調査

# はじめに

福島県では、東日本大震災による東京電力福島第一原子力発電所の事故後、継続的な県民健康管理調査が実施されているが、依然として、特に子どもの健康影響への懸念が指摘されている。

福島県の県民健康管理調査では、原発事故当時、概ね 18 歳以下であった約 3 万人に実施した甲状腺超音波検査の結果が平成 24 年 3 月に報告され、約 4 割の者で軽微なのう胞等を認めることが明らかになった。

こうしたのう胞等は、臨床上、精密検査や治療を要するものではないが、1986（昭和 61）年に発生したチェルノブイリ原子力発電所の事故では、事故後 4～5 年から周辺の子どもたちに甲状腺がんの増加がみられたという報告がなされているため、住民から心配する声が上がった。

一方、こうした広範な調査は世界初の試みであり、我が国の健康な子どもを対象とした超音波検査で、のう胞等の甲状腺結節性疾患を認める頻度や、高精度の超音波検査で抽出される軽微な甲状腺結節性疾患の臨床的意義は必ずしも明らかになっていない。

このようなことから、福島県以外の地域の一定数の子どもに対し、福島県と同様の水準の甲状腺超音波検査を実施するとともに、その結果を福島県と同じ判定緒基準に分類すること等により、甲状腺結節性疾患について、県民健康管理調査で活用可能な知見を収集することとした。

# 第１章　甲状腺超音波検査

## １．１ 調査概要

本調査における甲状腺超音波検査は、次の通り実施した。

### 1.1.1　対象地域

全国から福島県以外の3ヶ所以上の都道府県から地域性、実施協力体制等を考慮し地域選定を行った。

地域性としては、全国を東日本、中央内陸部、西日本と分けた。実施協力体制としては、超音波検査実施および対象者の協力体制が可能なこと、甲状腺超音波検査について十分な経験のある検査者がいること、検査機関の検査後の継続的協力体制が可能なことを条件とした。

その結果、本調査における甲状腺超音波検査の実施地域として、青森県弘前市、山梨県甲府市、長崎県長崎市を選定した。各調査地域での企画・実施については、それぞれ弘前大学、山梨大学、長崎大学で、「小児の甲状腺超音波検査における結節性病変の有所見率調査」として研究調査事業を行った。

### 1.1.2　対象者

福島県の県民健康管理調査の一環として実施されている甲状腺超音波調査（以下「福島県民調査」と記す）の対象者が18歳以下の者であることから、上記対象地域ごとに居住する18歳以下の者とし、各地域において1,500名程度を対象とした。

なお、対象者のほとんどが就学していることから、幼稚園、小学校、中学校、高等学校に分け、基本的に、学校単位で協力を得て実施することとした。

### 1.1.3　調査時期

平成24年11月～平成25年1月

### 1.1.4　検査実施医療機関

青森県弘前市：弘前大学医学部附属病院

山梨県甲府市：山梨大学医学部附属病院

長崎県長崎市：長崎大学保健医療管理センター

### 1.1.5　使用装置

実施機関は、次に示す同一の検査機器を使用した。

超音波診断装置　GE 社製　LOGIQ　e Expert

なお、この超音波診断装置は、福島県民調査で使用している検査機器と同じ装置であり、次の要件を満たしている。

・周波数 10MHz 以上のプローブ
・DICOM 規格での画像保存可能
・カラードプラ機能を有す
・動画保存が可能
・保存したデータのメディアへの取り出し可能

### 1.1.6 判定

本調査の判定は、福島県民調査の判定結果分類に基づき、A1、A2、B、C のいずれかに分類した。なお、判定に苦慮する場合は、調査委員会に設置した甲状腺結節性疾患有所見率等調査判定基準ワーキンググループで判定を行った。

A1：結節やのう胞を認めなかったもの
A2：5.0mm以下の結節や充実部分を伴わない20.0mm以下ののう胞を認めたもの
B ：5.1mm以上の結節や20.1mm以上ののう胞を認めたもの
C ：甲状腺の状態等から判断して、直ちに医療機関におけるさらなる検査を要するもの

### 1.1.7 事前説明会

それぞれの実施機関における超音波検査実施前に、対象者の保護者を対象として、事前説明会を実施した。

事前説明会で、実施機関共通項目として説明した内容は以下の通り。

１．研究の背景及び目的について
２．研究の内容について
３．予想される利益及び不利益について
４．同意の撤回について
５．同意しない場合でも不利益を受けないことについて
６．試料・研究データ等の保管・破棄について
７．個人情報等の保護について
８．健康被害について
９．費用負担について
１０．研究成果の取り扱いについて

### 1.1.8 検査レポート様式

本調査における検査レポートの ID 番号は、整理番号として次のような規則性を有している。

例：１２３４５６
１：校種（１：幼稚園、２：小学校、３：中学校、４：高等学校）
２：地域（０：長崎、１：青森、２：山梨）

３：学年
４：クラス
５６：出席番号
また、検査レポートに記載する個人情報は次の通りとした。
・氏名
・ふりがな
・年齢
・性別
・身長
・体重

### 1.1.9　結果通知書

本調査における結果通知書は、判定結果別に作成した。例として長崎で使用した A1 判定の結果通知書を添付資料 1-1 に示す。

なお、結果通知書に記載する内容については、福島県民調査との整合性と相違点を考慮した。

### 1.1.10　所見用紙

本調査における所見用紙は、添付資料 1-2-1～2（例として長崎で使用したものを示す）とした。

なお、上記結果報告書同様、記載する内容については、福島県民調査との整合性と相違点を考慮した。

### 1.1.11　説明用資料

本調査における説明用資料は、添付資料 1-3-1～2（例として長崎で使用したものを示す）とした。

### 1.1.12　結果説明会

本調査の結果説明会は、調査に協力した学校ごとに対象者の保護者に向け実施した。ただし、学校等と相談の上、必要に応じ、複数の学校の合同開催としたり、開催を見送ったものもある。

なお、長崎で使用した説明用資料を添付資料 1-4 に示す。

### 1.1.13　超音波検査資料請求用紙

本調査における検査結果データの超音波検査資料請求用紙に記載する共通記載内容は、添付資料 1－5 とした。

なお、上記結果通知書および所見用紙同様、共通記載内容以外に検査実施機関の必要性に応じ、記載することとした。

〒

様

平成２５年　　月　　日

長崎大学大学院医歯薬学総合研究科
国 際 保 健 医 療 福 祉 学 分 野

# 甲状腺検査の結果についてのお知らせ

この度は、【小児の甲状腺超音波検査における結節性病変の有所見率調査】において、私どもが実施した「甲状腺検査」をお受けいただきましてありがとうございました。

今回の甲状腺超音波検査の結果について、慎重に判断を行い、次のとおり判定しましたのでお知らせいたします。

様

≪判定≫

**A1**

正常所見です。
※二次検査の必要はありません。

※ 結果については、詳しくは別紙「甲状腺検査の判定基準」をご覧ください。

※ 二次検査が必要な方には後日詳しい紹介状をお送りいたします。お手数ですが、別紙「甲状腺検査の判定基準」に記載されている連絡先までご連絡ください。

（添付資料 1-2-1）

# 所見用紙

この度は、【小児の甲状腺超音波検査における結節性病変の有所見率調査】に御協力いただきましてありがとうございました。

現在、福島県で行われている県民健康管理調査とは異なり、今回の甲状腺超音波検査は、長崎大学における諸研究の一環として実施いたしましたので、今後の継続的な検査及び検診の実施予定がございません。そのため、今回研究調査に御協力頂きました皆様には、超音波検査の所見を下記のようにお知らせ致します。

この度は調査に御協力頂き、誠にありがとうございました。

| |
|---|
| 様　検査日：○○○○/○○/○○（検査番号：○○○○○○） |
| ≪所見≫<br>今回の検査では、甲状腺は正常でした。<br>甲状腺の中にのう胞や結節（しこり）はありません。 |

※ 小児甲状腺の大きさに関する明確な基準値がないため、甲状腺の大きさは記載していません。

※ 今回の調査結果概要は、平成 25 年 4 月より JABTS ホームページ（http://www.・・・・・/）において公開する予定です。また、他の地域も含めた事業結果は、近日中に環境省から公表いたします。なお、ご質問、お問い合せは、・・・・・@・・・・・jp にご連絡下さい。

（添付資料 1-2-2）

# 所見用紙

この度は、【小児の甲状腺超音波検査における結節性病変の有所見率調査】に御協力いただきましてありがとうございました。
現在、福島県で行われている県民健康管理調査とは異なり、今回の甲状腺超音波検査は、長崎大学における諸研究の一環として実施いたしましたので、今後の継続的な検査及び検診の実施予定がございません。そのため、今回研究調査に御協力頂きました皆様には、超音波検査の所見を下記のようにお知らせ致します。
この度は調査に御協力頂き、誠にありがとうございました。

| |
|---|
| 様　検査日：○○○○/○○/○○（検査番号：○○○○○○） |
| ≪所見≫<br>今回の検査では、甲状腺は正常でした。<br>甲状腺の中にのう胞や結節（しこり）はありません。 |

※ 小児甲状腺の大きさに関する明確な基準値がないため、甲状腺の大きさは記載していません。

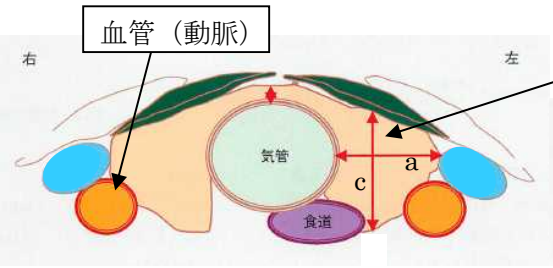
※ 調査結果が明らかになった段階で説明会を開催することとしておりましたが、学校のご都合を考慮し、一部の学校では説明会を開催しないことになりました。なお、今回の調査結果概要は平成 25 年 4 月より JABTS ホームページ（http://www.・・・・・/）において公開致します。また、個別にご質問がある場合は、・・・・・@・・・・・jp までご連絡下さい。

（添付資料 1-3-1）

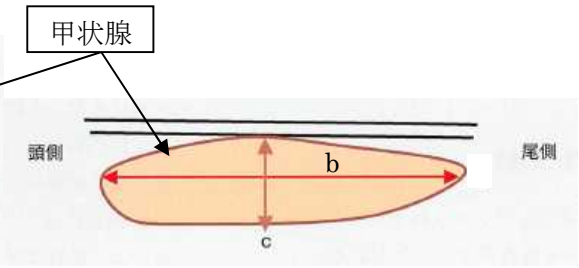
# ◆甲状腺検査の Q&A

## Q.1 甲状腺は超音波でどのように見えますか？

甲状腺は前頸部に気管を取りまくように存在する臓器で、成人では横径（下図 a）1~2cm、縦径（下図 b）4~5cm、厚み（下図 c）1~2cm で、重量は約 20g です。小児では、年齢により少しずつ大きくなり、高校生でほぼ成人と同じ大きさになります。



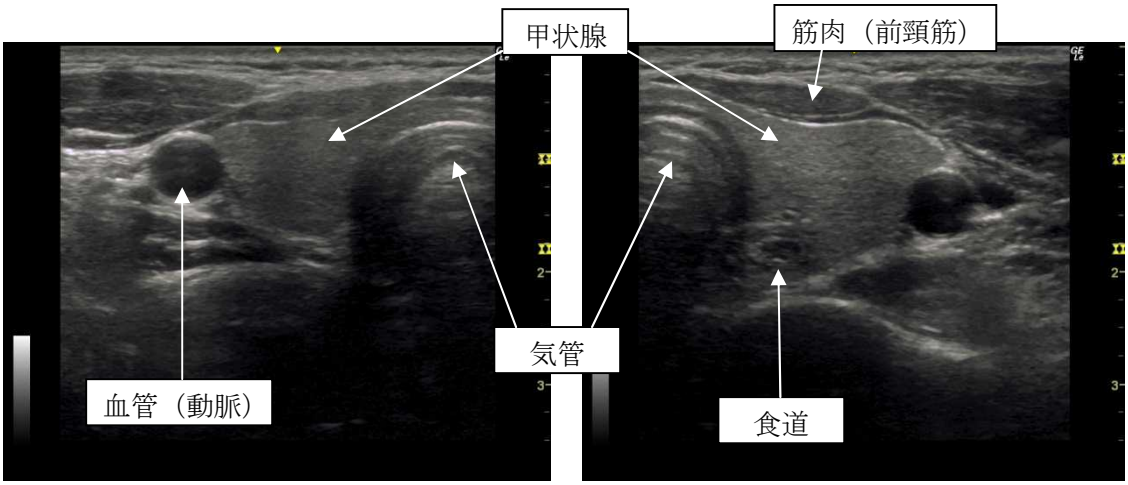

甲状腺模式図（横断面）




甲状腺模式図（縦断面）

（甲状腺超音波診断ガイドブックより引用）

超音波では、下の写真のように見えます。正常甲状腺は、内部が均質です。左甲状腺の横断面では、気管との間に食道が見えることがあります。




右甲状腺（横断面）

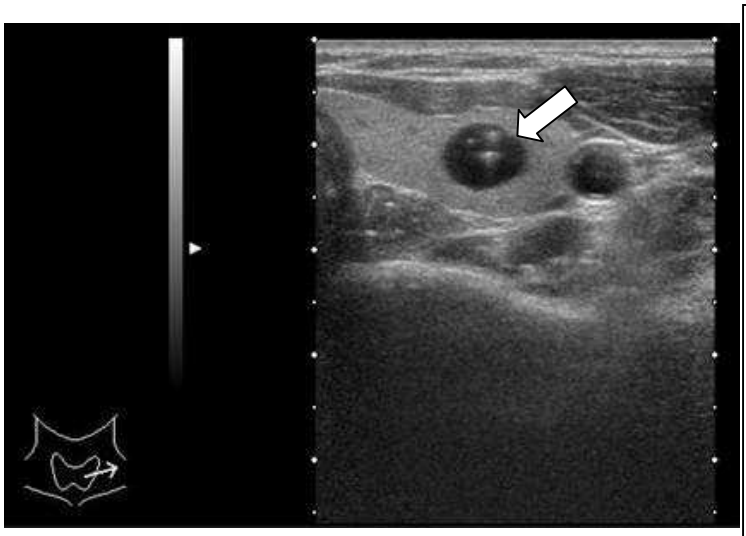



左甲状腺（横断面）

甲状腺（縦断面）

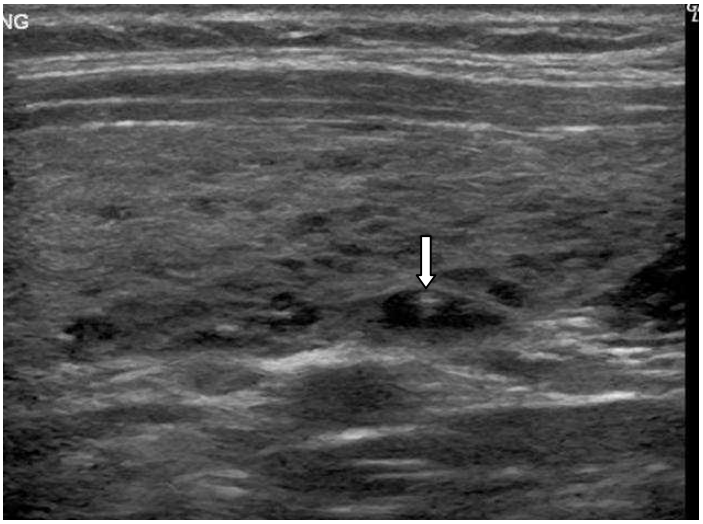
## Q.2 のう胞とはなんですか？

「のう胞」とは甲状腺にできた体液の貯まった袋状のものです。健康な方でも見つかることが多い良性のものです。中には、のう胞の内部に結節（しこり）を伴うものがあります。このような場合、通常のう胞と診断されることが多いのですが、今回の調査では、結節を見つけることが目的であるため、これをあえてのう胞とせず、結節（しこり）と判定しています。


コロイドのう胞（甲状腺横断面）

左の写真の矢印で示した黒い部分がのう胞です。のう胞はその内部が真っ黒に見えます。
内部に点状もしくは多重の白い部分を伴うことがあり、これはコロイドのう胞と呼ばれます。
コロイドとは、甲状腺ホルモンの元になる分泌物が甲状腺内に貯蔵された、ゼラチン状の物質です。
のう胞の右側に同じような黒い部分がみられますが、これは血管（動脈）です。

のう胞多発（甲状腺縦断面）

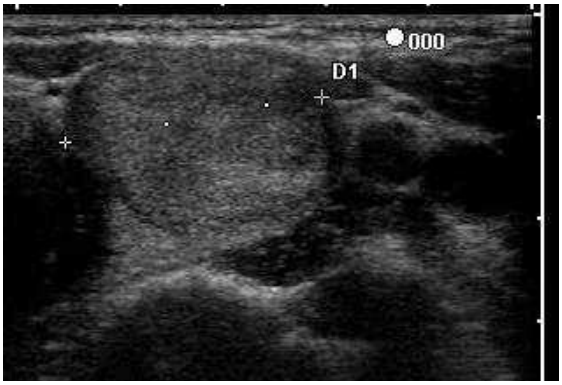


右はのう胞がたくさん集まっている、のう胞多発の写真です。のう胞多発では黒いかたまりがたくさん集まって見えます。コロイドのう胞の場合には、内部に点状もしくは多重の白い部分（矢印）を伴います。
のう胞多発は、様々な大きさののう胞が無数に集まっていることが多いため、その数を正確に数えることはできません。

のう胞は長い年月の間に自然に消失したり､小さくなったりする傾向が強いようです。通常、小さいのう胞は治療の必要はありません。しかし、その大きさが 20mm を超えると、喉の違和感やつかえ感など、喉の圧迫症状がみられることがあり、その様な場合には中の液体を抜くなどの処置をする場合があります。つまり、のう胞の治療の必要性は、その数ではなく、症状の有無と大きさにより判断します。

## Q.3 結節（しこり）とはなんですか？

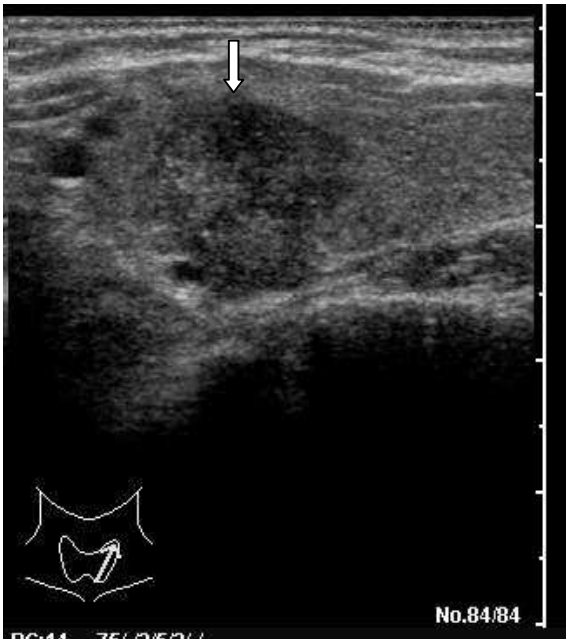
「結節」（しこり）とは甲状腺の一部にできる充実性の（中身が詰まった）かたまりです。良性のものと、悪性のもの（がん）があります。最近では、超音波検査機器の精度が上がったことで、かなり小さいものでも、見つかることが多くなっています。




結節（良性腫瘍）

左の写真のように、しこりの形が比較的整っており、境界がはっきりとして線で追えるようなもの、しこりの内部が正常の甲状腺組織と似ているもの、しこりの中に白く細かい多数の点を認めないもの、は良性と考えられるしこりです。

右の写真は悪性のしこり（矢印）です。良性のしこりとは違い、形がいびつで、境界がはっきりせずでこぼこしています。また、内部に黒い部分が混ざっていたり、時には細かい白い点が多数認められることがあります。このように、悪性のしこりでは、内部は均一ではなく、全体に黒っぽい色をしています。




結節（悪性腫瘍）

## Q.4 今回の甲状腺検査では、「5.0mm 以下の結節」は原則として「二次検査不要」としていますが、こうした判断はどのように決めたのですか？

甲状腺超音波診断ガイドブック改訂第 2 版（南江堂 2012 年発行）に準じて対応しています。5.0mm 以下の結節（しこり）はのう胞（体液の貯まった袋状のもの）と区別がつかないものが多く、超音波所見としては良性と判断されています。

このような小さな結節やのう胞については、超音波診断装置の進歩により探知できるようになったものであり、現在、通常の診療でも、その存在自体が異常、あるいは治療を要する所見とはされておりません。

しかし、今回は、A2 判定となる 5.0mm 以下の結節であっても、結節の状態によって経過を見た方が良いと判断した場合には、二次検査を要する B 判定として通知をしております。

一方、のう胞で大きさが 20mm を越えるものは、喉の違和感やつかえ感など、甲状腺周囲にある臓器の圧迫症状が出現する可能性があります。こうしたことを背景として、今回の判断は、甲状腺がんの臨床特徴を理解している甲状腺学会をはじめとする関連学会の専門医からなる複数の委員の検証を受けて決定しています。

## Q.5 二次検査が必要とされた場合はどうしたらよいでしょうか？

今回の超音波検査で一定の所見が認められた方（B・C 判定の方）には、検査結果通知後、改めて紹介状をお送りします。特にご要望がなければ、今回の研究事業を行い、また、甲状腺の専門医がいる長崎大学病院を紹介しています。大学病院での検査は、問診、詳細な超音波検査、血液検査、尿検査等を必要に応じて行います。（必要があれば甲状腺細胞診検査を行う場合もあります。）この検査では甲状腺の専門医が、学校での検査の時の超音波画像も含めて詳細を説明し、皆様の疑問にも丁寧にお答えします。

## Q.6 今回の検査で、がんかどうかは分かるのでしょうか？

今回実施した検査は、いわゆる集団検診です。甲状腺に所見があるかないかを検査しているものであり、最終的な診断はできません。よって、検査で分かるのは良悪性判定ではなく、さらなる検査が必要な方を見つけることです。詳しい検査が必要かどうかの判定は複数の専門医によるチェックを経て決定し、説明文を加えた結果通知を送付しております。結果通知においては、説明文書を添付しておりますが、結果通知

の内容が分かりにくい場合にはご連絡下さい。

（添付資料 1-3-2）

# 甲状腺検査の判定基準

今回の甲状腺超音波検査の結果は、次のように判定しています。

| | |
|---|---|
| A1 | ・正常所見です。<br>・二次検査の必要はありません。 |
| A2 | ・小さな結節（しこり）やのう胞（液体が入っている袋のようなもの）が見られましたが、二次検査の必要はありません。 |
| B | ・二次検査をお勧めします。 |
| C | ・甲状腺の状態等から判断して、ただちに二次検査を受けていただくことが必要です。 |

※判定基準の詳細については裏面をご参照ください。

※二次検査の対象となった皆様の大部分は良性の結節（しこり）であることが予想され、以前から存在していた可能性が高いと考えられますが、念のため二次検査（詳細な甲状腺の超音波検査、血液検査、尿検査）を受けて下さい。なお、二次検査では、必要があれば甲状腺細胞診検査を行う場合があります。

【甲状腺検査に関するお問い合せ先】

＜3 月 31 日まで＞

○○○○

E-mail; http://www.・・・・・/

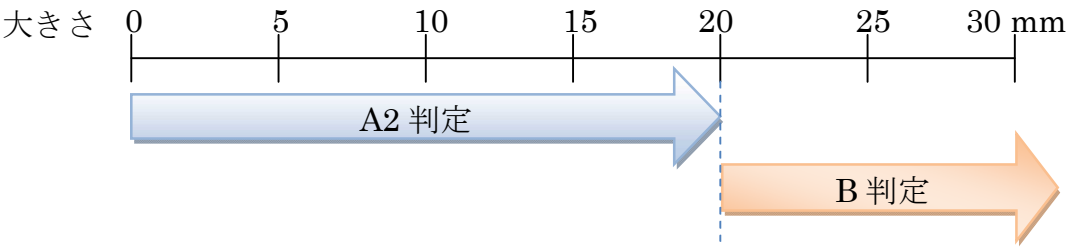
＜4 月 1 日から＞

△△△△

E-mail; ・・・・・@・・・・・jp

**判定基準**…しこりの大きさだけではなく、様々な観点で判定しています。

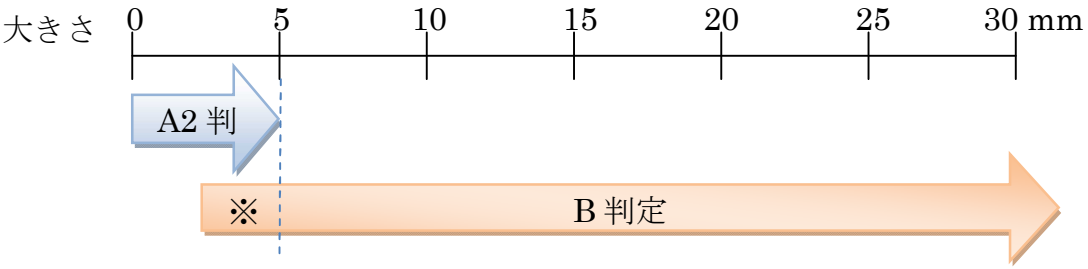
■のう胞




「のう胞」とは体液の貯まった袋状のものです。健康な方でも見つかることの多い良性のものです。20mm を超えるもので、のどが圧迫されるような感じが出る場合には、針を刺して中の液体を抜くこともあります。よって、今回の検査ではのう胞の大きさが 20.1mm 以上の場合に、B 判定としています。

なお、今回、のう胞の中に結節（しこり）を伴うものは、あえてのう胞とせず、結節（しこり）の基準で判定しています。

■結節（しこり）




「結節」（しこり）とは甲状腺の一部にできる充実性の変化です。最近では、超音波検査機器の精度が上がったことで、見つかることが多くなっています。多くは精密検査の必要がない良性のもので、悪性であることは稀です。通常の診察で「精査が必要」と診断するのは、しこりがおおよそ 10～20mm 以上の場合です。しかし、対象者が小児で、初めて指摘されたものであることから、今回の検査ではしこりの大きさが 5.1mm 以上か、それに満たなくても、しこりの状態によって、二次検査を受けた方が良いと判断される場合（※）には、B 判定としています。

B 判定とされた場合には、この機会に、念のために二次検査を受けて下さい。なお、様々な観点から早急に二次検査が必要と判断される場合は C 判定としています。

（添付資料 1-4）

説明会資料

平成24年度
甲状腺結節性疾患有所見率等調査

## 小児の甲状腺超音波検査における結節性病変の有所見率調査

長崎大学
日本乳腺甲状腺超音波医学会

## 検査事業が行われた経緯

- 福島の原子力発電所事故で、放射性物質の一つであるヨウ素131という物質が放出された。
- ヨウ素は甲状腺に取り込まれるため、ヨウ素131は甲状腺癌を発生させるとの論文がある。

↓

- そこで、福島では小児を対象に、超音波を用いた甲状腺検診（健康調査事業の一環）を行っている。

福島県での小児を対象とした甲状腺超音波検査で、高率（40-45%）に甲状腺にのう胞が見つかっている。

↓

ところが、これまで超音波を使った高精度の甲状腺検診についての報告がなく、他の地域での検査結果との比較が必要になった。

## 今回、長崎大学で超音波検査事業をお願いした理由（他に弘前大学、山梨大学でも行われ、計3大学）

- 地域を選択した理由：

1、検査の専門家（超音波、甲状腺）がいる
2、精密検査の可能な専門医（甲状腺）がいる

3、一地域に限定しない（地域を広く選択）

## 超音波検査とその結果

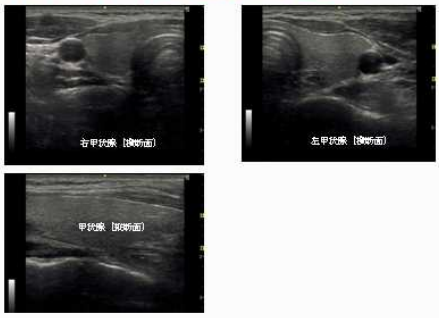
## 超音波検査の方法（成人と同じ）

超音波装置

甲状腺が存在する部位（矢印）

超音波検査の方法

## 正常甲状腺の超音波画像




## 超音波検査による観察項目

A. 甲状腺全体について
1. 甲状腺の形状
2. 大きさ

B. 甲状腺の嚢(のう)胞、結節の有無
1. あれば大きさ(最大径)を測る
2. 一個か複数か

## 判定基準

福島県民健康管理調査の判定基準に従っています。

| | |
|---|---|
| A1 | ・正常所見です。<br>・二次検査の必要はありません。 |
| A2 | ・小さな結節(しこり)やのう胞(液体が入っている袋のようなもの)が見られましたが、二次検査の必要はありません。 |
| B | ・二次検査をお勧めします。 |
| C | ・甲状腺の状態等から判断して、ただちに二次検査を受けていただくことが必要です。 |

## 結果(A1・A2)

二次検査の必要はありません。

- A1；異常なし
- A2；①5.0mm以下の結節(しこり)
  ②20.0mm以下ののう胞(液体の入った袋)
  ③5.0mm以下の結節と20.0mm以下ののう胞

## 様々な観点で判定しています

- 結節の場合
  - 5.0mm以下⇒A2
  - 5.1mm以上⇒B
  - 大きさに関わらず、しこりの状態によって、二次検査を受けた方が良いと判断される場合⇒B
  - 様々な状態からただちに(早急に)二次検査が必要と判断される場合⇒C

## 調査結果

長崎大学関連

## 調査対象者：長崎

| 全対象者（計） | 1369人 |
|---|---|

**年齢階層別 対象者数**

| | | 3～5歳 | 6～10歳 | 11～15歳 | 16～18歳 | （計） |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 男性 | 人数（人） | 52 | 220 | 308 | 114 | 694 |
| | 割合（%）（※） | 3.8 | 16.1 | 22.5 | 8.3 | 50.7 |
| 女性 | 人数（人） | 52 | 232 | 301 | 90 | 675 |
| | 割合（%）（※） | 3.8 | 16.9 | 22.0 | 6.6 | 49.3 |
| （計） | 人数（人） | 104 | 452 | 609 | 204 | 1369 |
| | 割合（%）（※） | 7.6 | 33.0 | 44.5 | 14.9 | 100.0 |

（※）全対象者に占める割合

## 判定結果別　人数・割合：長崎

| 全対象者（計） | 1369人 |
|---|---|

| 判定結果 | | 判定内容 | 人数（人） | | 割合（%） | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A | A1 | 結節や嚢胞を認めなかったもの | 779 | 1361 | 56.9% | 99.4% |
| | A2 | 5.0mm以下の結節や20.0mm以下の嚢胞を認めたもの | 582 | | 42.5% | |
| B | | 5.1mm以上の結節や20.1mm以上の嚢胞を認めたもの | 8 | | 0.6% | |
| C | | 甲状腺の状態等から判断して、直ちに二次検査を要するもの | 0 | | 0.0% | |

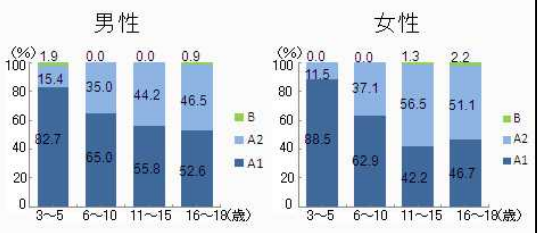
## 結節・嚢胞を認めた者の割合：長崎

（単位：人）

| 対象者（計） 最大径 | | 1369 | |
|---|---|---|---|
| 結節 | 5.1mm以上 | 8（0.6%） | 10（0.7%） |
| | 5.0mm以下 | 2（0.2%） | |
| 嚢胞 | 20.1mm以上 | 0（0.00%） | 582（42.5%） |
| | 20.0mm以下 | 582（42.5%） | |

（付記）結節と嚢胞の両所見保有者あり

## 年齢区分・性別による判定割合：長崎



## 3県を合わせた判定結果別　人数・割合

| 全対象者（計） | 4365人 |
|---|---|

| 判定結果 | | 判定内容 | 人数（人） | | 割合（%） | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A | A1 | 結節や嚢胞を認めなかったもの | 1852 | 4321 | 42.4% | 99.0% |
| | A2 | 5.0mm以下の結節や20.0mm以下の嚢胞を認めたもの | 2469 | | 56.6% | |
| B | | 5.1mm以上の結節や20.1mm以上の嚢胞を認めたもの | 44 | | 1.0% | |
| C | | 甲状腺の状態等から判断して、直ちに二次検査を要するもの | 0 | | 0.0% | |

## 判定基準ごとの
## 今後の対応

説明会開催時点のデータによる。

## A2判定　①5.0mm以下の結節

- 二次検査の必要はありません。
- 万が一、甲状腺（喉）の部分が急速に大きくなったり、喉の違和感やつかえ感などの圧迫症状が出た場合には、お問い合わせください。
- 念のため、2年後に、ご連絡頂くか、所見用紙をお持ちいただき医療機関を受診されることをお勧めします。

## A2判定　②20.0mm以下ののう胞

- 二次検査の必要はありません。
- 万が一、甲状腺（喉）の部分が急速に大きくなったり、喉の違和感やつかえ感などの圧迫症状が出た場合には、お問い合わせください。

## A2判定　③5.0mm以下の結節と、20.0mm以下ののう胞

- 二次検査の必要はありません。
- 万が一、甲状腺（喉）の部分が急速に大きくなったり、喉の違和感やつかえ感などの圧迫症状が出た場合には、お問い合わせください。
- （結節に関して）念のため、2年後に、ご連絡頂くか、所見用紙をお持ちいただき医療機関を受診されることをお勧めします。

## B判定・C判定

- 二次検査が必要です。
- 医療機関への受診をお勧めします。
  （費用は保険診療内での自己負担となります）
- 関連機関である、長崎大学病院への紹介を予定していますが、他病院への紹介についても、御希望に応じます。
- 紹介状作成についてご相談させていただきますので所見用紙に記載の連絡先までご連絡下さい。

※Cと判定された場合は、早急にご連絡下さい。

## 最後に

- 今回の甲状腺検査は、スクリーニング検査による評価であり、確定的な診断をするものではありません。
- スクリーニング検査とは・・・

  無症状の疾病を早期発見する目的で、迅速に実施可能な検査により、精密検査が必要な方を見つけ出すことです。

- 小児甲状腺癌は100万に1-2人と言われていますが、これは、首にしこりを感じるなど、自覚症状が出て初めて発見される数です。
- 超音波甲状腺検診のように、高い精度の検査では、症状が出現する前の、極めて小さいのう胞、結節、早期の甲状腺癌などが発見されます。
- 今回の検査で、無症状で治療の必要がないのう胞、結節が多く見つかりましたが、ほとんどの方（A1とA2の大部分）は、今後の検査は（治療も含め）必要ありません。

## 甲状腺検査に関するお問い合わせ

- ＜3月31日まで＞
  ○○○○
  E-mail; ・・・・・・・・・@・・・・・・・・・.jp
- ＜4月1日から＞
  ○○○○
  E-mail; ・・・・・・・・・@・・・・・・・・・.jp

## 調査結果概要の公開について

今回の調査結果概要は平成25年4月より
○○○○ホームページ（http://www.・・・・・/）
において公開する予定です。

- 公開内容
  - ✓甲状腺検査のQ&A
  - ✓甲状腺検査の判定基準
  - ✓県別の結果および調査地域全体の結果
  - ✓検査結果・受診に関する問い合わせ先　など

**調査にご協力いただき、**

**誠にありがとうございました。**

（添付資料 1-5）

# 甲状腺結節性疾患有所見率等調査事業　超音波検査資料請求用紙

■ 検 査 番 号　＿＿＿＿＿＿＿＿

■ 学　校　名　＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

＿＿＿＿＿＿年＿＿＿＿＿＿組

（平成２４年度の検査時の学校名・学年・所属クラスをご記載ください）

■ 生 徒 氏 名　＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿（ 男 ・ 女 ）

■ 保護者氏名　＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿印

（ご捺印お願いします）

■ 住　　所　〒

＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

■ 電 話 番 号

＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

■ 保護者本人であることが確認できるもの

＿免許証＿　＿保険証＿　＿住民票＿　＿その他（＿＿＿＿＿）

上記の何れかのコピーを必ずご同封ください。

■ 内　　容　（ご希望の請求内容に○をつけて下さい）

印刷画像　・　CD

（お使いになるパソコンの動作環境によっては画像が見られない場合があります。多くの場合、静止画です。動画は医師が必要と判断した場合のみ、保存しております。）

（添付資料 1-6）

超音波検査ブース内の様子

使用した診断装置および処置用の椅子

超音波検査会場（ブース外）の様子

## １．２　青森地域

①調査対象者

幼稚園　　90 名
小学校　　605 名
中学校　　574 名
高等学校　479 名

②調査同意者（同意率：調査対象者に占める調査同意者の割合）

幼稚園　　83 名　　（同意率 92.2%）
小学校　　577 名　　（同意率 95.4%）
中学校　　545 名　　（同意率 94.9%）
高等学校　462 名　　（同意率 96.5%）

③調査参加者（同意参加率：調査対象者に占める調査参加者の割合）

幼稚園　　79 名（男子 42 名、 女子 37 名）（同意参加率 87.8%）
小学校　　571 名（男子 290 名、女子 281 名）（同意参加率 94.4%）
中学校　　540 名（男子 279 名、女子 261 名）（同意参加率 94.1%）
高等学校　440 名（男子 172 名、女子 268 名）（同意参加率 91.9%）

＊調査同意者と調査参加者の人数の違いは風邪等で検査未参加者が存在したため。

④検査実施期間

幼稚園　　平成 24 年 12 月 7 日～平成 24 年 12 月　7 日のうちの 1 日間
小学校　　平成 24 年 12 月 10 日～平成 24 年 12 月 13 日のうちの 3 日間
中学校　　平成 24 年 12 月 17 日～平成 24 年 12 月 19 日のうちの 3 日間
高等学校　平成 24 年 12 月 27 日～平成 24 年 12 月 27 日のうちの 1 日間

⑤検査年齢階層別　対象者数

| | | 3~5 歳 | 6~10 歳 | 11~15 歳 | 16~18 歳 | 計 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 男性 | 人数（人） | 26 | 223 | 388 | 146 | 783 |
| | 割合（%）※ | 1.6 | 13.7 | 23.8 | 9.0 | 48.0 |
| 女性 | 人数（人） | 25 | 221 | 360 | 241 | 847 |
| | 割合（%）※ | 1.5 | 13.5 | 22.1 | 14.8 | 52.0 |
| （計） | 人数（人） | 51 | 444 | 748 | 387 | 1630 |
| | 割合（%）※ | 3.1 | 27.2 | 45.9 | 23.8 | 100.0 |

※全対象者に占める割合

⑥電話相談件数

ⅰ）事前説明会～検査実施日　　0 件

ⅱ）検査実施日～結果説明会　　1 件

ⅲ）結果説明会後　　0 件

## １．３　山梨地域

①調査対象者

幼稚園　　60 名

小学校　　588 名

中学校　　479 名

高等学校　　844 名

②調査同意者（同意率：調査対象者に占める調査同意者の割合）

幼稚園　　60 名　　（同意率　100%）

小学校　　565 名　　（同意率　96.1%）

中学校　　462 名　　（同意率　96.5%）

高等学校　　359 名　　（同意率　42.5%）

③調査参加者（同意参加率：調査対象者に占める調査参加者の割合）

幼稚園　　56 名（男子 30 名、 女子 26 名）（同意参加率　93.3%）

小学校　　518 名（男子 239 名、女子 279 名）（同意参加率　88.1%）

中学校　　455 名（男子 228 名、女子 227 名）（同意参加率　95.0%）

高等学校　　337 名（男子 101 名、女子 236 名）（同意参加率　39.9%）

＊調査同意者と調査参加者の人数の違いは風邪等で検査未参加者が存在したため。

④検査実施期間

幼稚園　　平成 25 年 1 月 17 日～平成 25 年 1 月 18 日のうちの 2 日間

小学校　　平成 25 年 1 月 21 日～平成 25 年 1 月 28 日のうちの 6 日間

中学校　平成 24 年 12 月 17 日～平成 24 年 12 月 19 日のうちの 3 日間

高等学校　平成 25 年 1 月 10 日～平成 25 年 1 月 11 日のうちの 2 日間

⑤検査年齢階層別　対象者数

| | | 3~5 歳 | 6~10 歳 | 11~15 歳 | 16~18 歳 | 計 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 男性 | 人数（人） | 18 | 178 | 309 | 93 | 598 |
| | 割合（%）※ | 1.3 | 13.0 | 22.6 | 6.8 | 43.8 |
| 女性 | 人数（人） | 16 | 201 | 329 | 222 | 768 |
| | 割合（%）※ | 1.2 | 14.7 | 24.1 | 16.3 | 56.2 |
| （計） | 人数（人） | 34 | 379 | 638 | 315 | 1366 |
| | 割合（%）※ | 2.5 | 27.7 | 46.7 | 23.1 | 100.0 |

※全対象者に占める割合

⑥．電話相談件数

ⅰ）事前説明会～検査実施日　　2 件
ⅱ）検査実施日～結果説明会　　0 件
ⅲ）結果説明会後　　―件

## １．４　長崎地域

①調査対象者

幼稚園　　143 名
小学校　　605 名
中学校　　427 名
高等学校　240 名

②調査同意者（同意率：調査対象者に占める調査同意者の割合）

幼稚園　　143 名　　（同意率　100%）
小学校　　599 名　　（同意率　99.0%）
中学校　　413 名　　（同意率　96.7%）
高等学校　225 名　　（同意率　93.8%）

③調査参加者（同意参加率：調査対象者に占める調査参加者の割合）

幼稚園　　143 名（男子　73 名、女子　70 名）（同意参加率　100%）
小学校　　599 名（男子 296 名、女子 303 名）（同意参加率　99.0%）
中学校　　412 名（男子 206 名、女子 206 名）（同意参加率　96.5%）
高等学校　215 名（男子 119 名、女子　96 名）（同意参加率　89.6%）

＊調査同意者と調査参加者の人数の違いは風邪等で検査未参加者が存在したため。

④検査実施期間

幼稚園　　平成 24 年 11 月 12 日～平成 24 年 11 月 22 日のうちの 3 日間
小学校　　平成 24 年 11 月 7 日～平成 24 年 11 月 27 日のうちの 6 日間
中学校　　平成 24 年 12 月 5 日～平成 24 年 12 月 7 日の 3 日間
高等学校　平成 25 年 1 月 28 日～平成 25 年 1 月 29 日の 2 日間

⑤検査年齢階層別　対象者数

| | | 3~5 歳 | 6~10 歳 | 11~15 歳 | 16~18 歳 | 計 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 男性 | 人数（人） | 52 | 220 | 308 | 114 | 694 |
| | 割合（%）※ | 3.8 | 16. 1 | 22.5 | 8.3 | 50.7 |
| 女性 | 人数（人） | 52 | 232 | 301 | 90 | 675 |
| | 割合（%）※ | 3.8 | 16.9 | 22.0 | 6.6 | 49.3 |
| （計） | 人数（人） | 104 | 452 | 609 | 204 | 1369 |
| | 割合（%）※ | 7.6 | 33.0 | 44.5 | 14.9 | 100.0 |

※全対象者に占める割合

⑥電話相談件数

ⅰ）事前説明会～検査実施日　1 件
ⅱ）検査実施日～結果説明会　0 件
ⅲ）結果説明会後　0 件

## １．５結果概要

### 1.5.1　3 地域を合わせた全体の結果

3 地域を合わせた全体集団における調査対象者は 4,365 人であった（表１）。男性が 2,075 人（47.5%）、女性が 2,290 人（52.5%）を占めた。年齢別にみると、3～5 歳が 189 人（4.3%）、6～10 歳が 1,275 人（29.2%）、11～15 歳が 1,995 人（45.7%）、16～18 歳が 906 人（20.8%）を占めた。

## 表１　調査対象者

| 全対象者（計） | 4365人 |
|---|---|

| 年齢階層別 対象者数 | | 3～5歳 | 6～10歳 | 11～15歳 | 16～18歳 | （計） |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 男性 | 人数（人） | 96 | 621 | 1005 | 353 | 2075 |
| | 割合（%）（※） | 2.2 | 14.2 | 23.0 | 8.1 | 47.5 |
| 女性 | 人数（人） | 93 | 654 | 990 | 553 | 2290 |
| | 割合（%）（※） | 2.1 | 15.0 | 22.7 | 12.7 | 52.5 |
| （計） | 人数（人） | 189 | 1275 | 1995 | 906 | 4365 |
| | 割合（%）（※） | 4.3 | 29.2 | 45.7 | 20.8 | 100.0 |

（※）全対象者に占める割合

判定結果を表 2 に示す。A 判定が 4,321 人（99.0%）であり、このうち A1 判定は 1,853 人（42.5%）、A2 判定は 2,468 人（56.5%）であった。B 判定は 44 人（1.0%）であった。C 判定は 0 人（0.0%）であった。

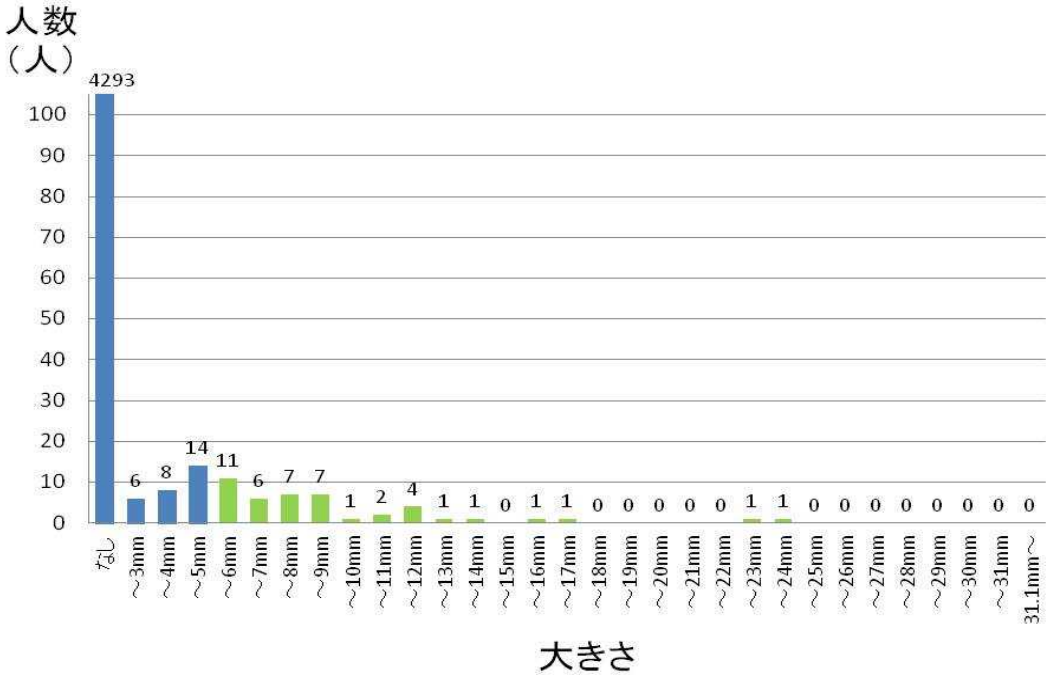
## 表 2　判定結果別　人数・割合

| 全対象者（計） | 4365人 |
|---|---|

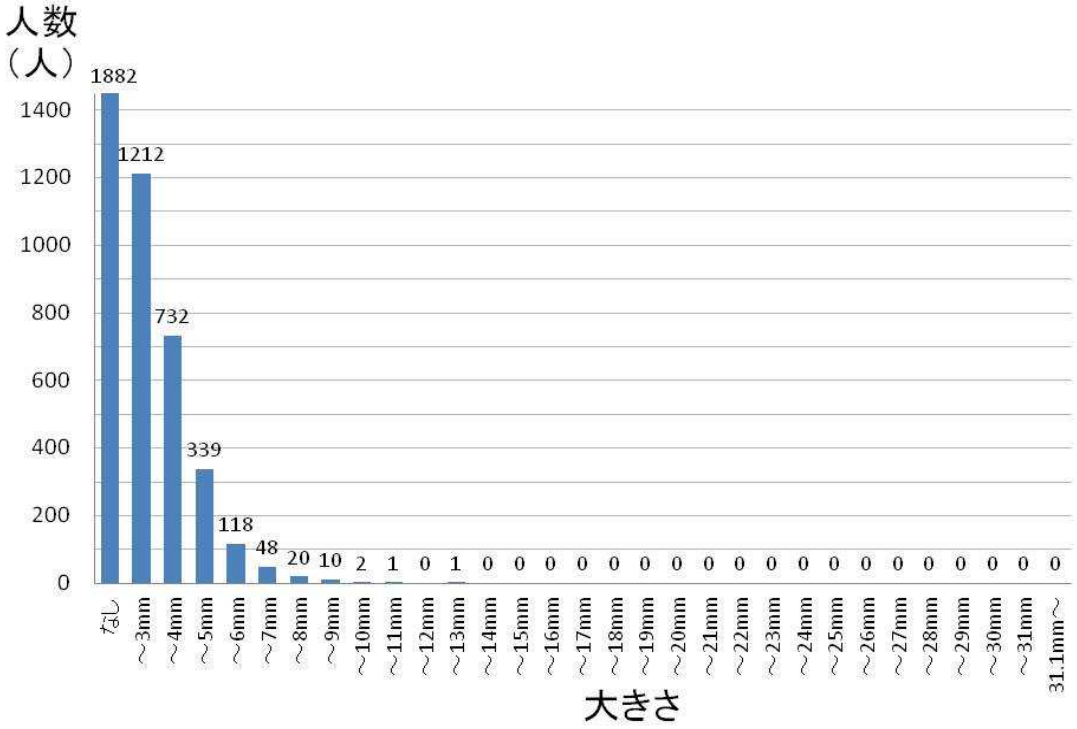
| 判定結果 | | 判定内容 | 人数（人） | | 割合（%） | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A | A1 | 結節や嚢胞を認めなかったもの | 1853 | 4321 | 42.5% | 99.0% |
| | A2 | 5.0mm以下の結節や<br>20.0mm以下の嚢胞を認めたもの | 2468 | | 56.5% | |
| B | | 5.1mm以上の結節や<br>20.1mm以上の嚢胞を認めたもの | 44 | | 1.0% | |
| C | | 甲状腺の状態等から判断して、<br>直ちに二次検査を要するもの | 0 | | 0.0% | |

結節とのう胞の所見について表 3～5 に示す。結節は 72 人（全調査対象者の 1.6%）にみられた。この結節をサイズ別に分けると、5.1mm 以上のものは 44 人（1.0%）に、5.0mm 以下のものは 28 人（0.6%）にみられた。のう胞は 2,483 人（全調査対象者の 56.9%）にみられた。こののう胞をサイズ別に分けると、20.1mm 以上のものは 0 人（0.0%）に、20.0mm 以下のものは 2,483 人（56.9%）にみられた。

## 表 3　結節の有無と大きさの分布




## 表 4　嚢胞の有無と大きさの分布



## 表 5　結節・のう胞を認めた者の割合

（単位：人）

| 対象者（計） | | 4365 | |
|---|---|---|---|
| 結節 | ≧5.1mm | 44（1.0%） | 72（1.6%） |
| | ≦5.0mm | 28（0.6%） | |
| 嚢胞 | ≧20.1mm | 0（0.0%） | 2483（56.9%） |
| | ≦20.0mm | 2483（56.9%） | |

付記）結節とのう胞の両所見保有者あり。両方の所見のある人もあったため、単純な人数の合算では実人数よりも多くなります。

年齢区分と性別からみた判定の結果を表 6 に示す。この結果はグラフ 1 として次頁に示した。

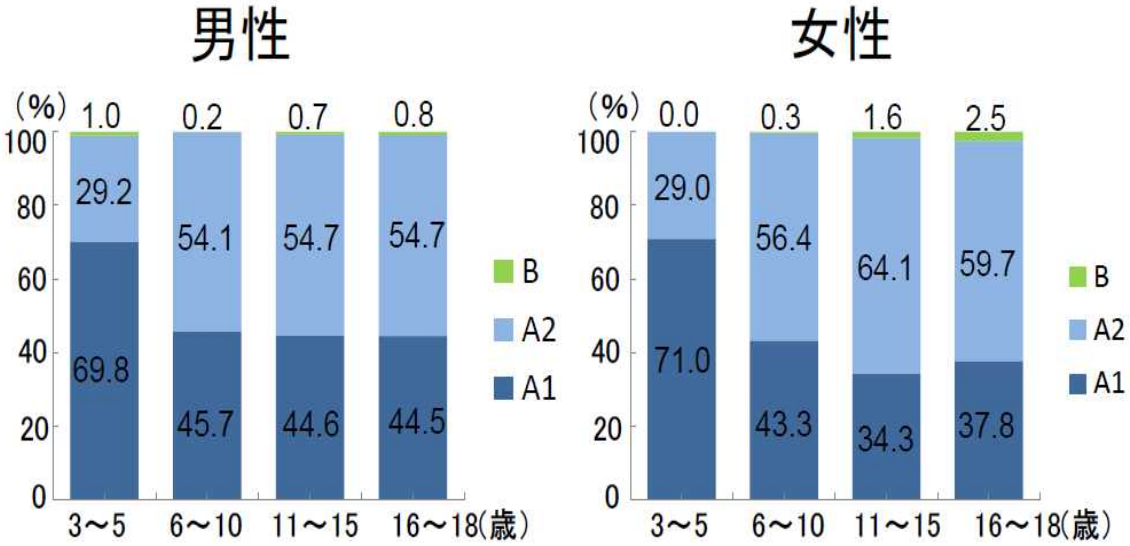
## 表 6　年齢区分・性別による判定状況

（単位：人）

| 判定 | A | | | | | | | | | B | | | C | | | 合計 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | A1 | | | A2 | | | | | | | | | | | | | | |
| 性別・年齢 | 男性 | 女性 | 計 | 男性 | 女性 | 計 | 男性 | 女性 | 計 | 男性 | 女性 | 計 | 男性 | 女性 | 計 | 男性 | 女性 | 計 |
| 3～5歳 | 67 | 66 | 133 | 28 | 27 | 55 | 95 | 93 | 188 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 96 | 93 | 189 |
| 6～10歳 | 284 | 283 | 567 | 336 | 369 | 705 | 620 | 652 | 1272 | 1 | 2 | 3 | 0 | 0 | 0 | 621 | 654 | 1275 |
| 11～15歳 | 448 | 339 | 787 | 550 | 635 | 1185 | 998 | 974 | 1972 | 7 | 16 | 23 | 0 | 0 | 0 | 1005 | 990 | 1995 |
| 16～18歳 | 157 | 209 | 366 | 193 | 330 | 523 | 350 | 539 | 889 | 3 | 14 | 17 | 0 | 0 | 0 | 353 | 553 | 906 |
| 計 | 956 | 897 | 1853 | 1107 | 1361 | 2468 | 2063 | 2258 | 4321 | 12 | 32 | 44 | 0 | 0 | 0 | 2075 | 2290 | 4365 |

男性において、A1、A2、B 判定が、3～5 歳ではそれぞれ 69.8%、29.2%、1.0%、6 ～10 歳では 45.7%、54.1%、0.2%、11～15 歳では 44.6%、54.7%、0.7%、16～18 歳では 44.5%、54.7%、0.8%を占めた。女性においては、A1、A2、B 判定が、3～5 歳ではそれぞれ 71.0%、29.0%、0.0%、6～10 歳では 43.3%、56.4%、0.3%、11～15 歳では 34.3%、64.1%、1.6%、16～18 歳では 37.8%、59.7%、2.5%を占めた。

**グラフ１　年齢区分・性別による判定割合**




### 1.5.2　地域別の結果・青森地区

青森の集団における調査対象者は 1,630 人であった（表 7）。男性が 783 人（48.0%）、女性が 847 人（52.0%）を占めていた。年齢別にみると、3～5 歳が 51 人（3.1%）、6～10 歳が 444 人（27.2%）、11～15 歳が 748 人（45.9%）、16～18 歳が 387 人（23.8%）を占めた。

**表 7　調査対象者：青森**

| 全対象者（計） | 1630人 |
|---|---|

| 年齢階層別　対象者数 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 3～5歳 | 6～10歳 | 11～15歳 | 16～18歳 | （計） |
| 男性 | 人数（人） | 26 | 223 | 388 | 146 | 783 |
| | 割合（%）(※) | 1.6 | 13.7 | 23.8 | 9.0 | 48.0 |
| 女性 | 人数（人） | 25 | 221 | 360 | 241 | 847 |
| | 割合（%）(※) | 1.5 | 13.5 | 22.1 | 14.8 | 52.0 |
| （計） | 人数（人） | 51 | 444 | 748 | 387 | 1630 |
| | 割合（%）(※) | 3.1 | 27.2 | 45.9 | 23.8 | 100.0 |

（※）全対象者に占める割合

判定結果を表 8 に示す。A 判定が 1,609 人（98.7%）であり、そのうち A1 判定は 670 人（41.1%）、A2 判定は 939 人（57.6%）であった。B 判定は 21 人（1.3%）であった。C 判定は 0 人（0.0%）であった。

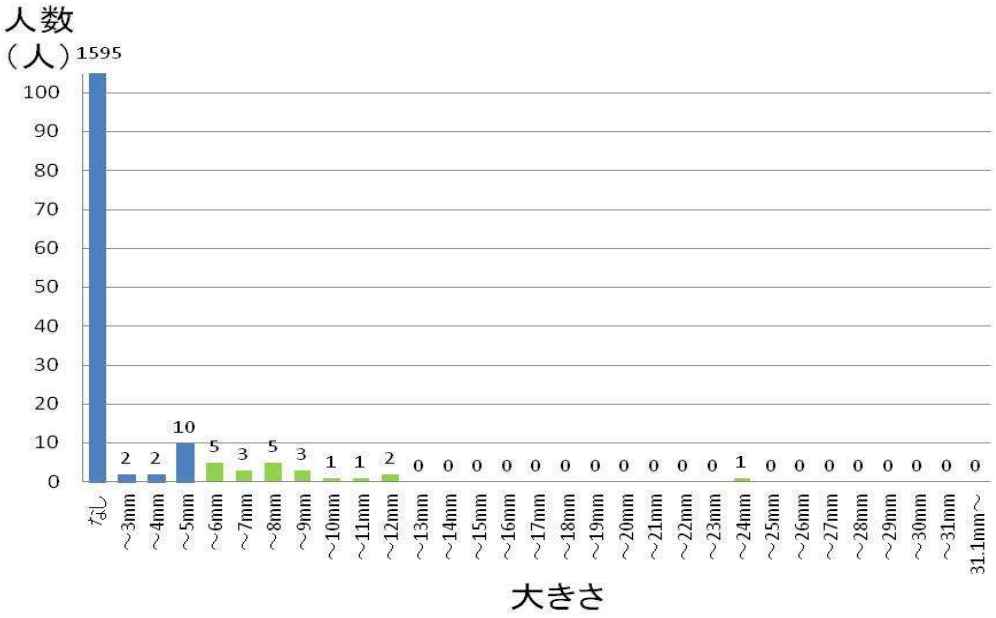
## 表 8　判定結果別　人数・割合：青森

| 全対象者（計） | 1630人 |
|---|---|

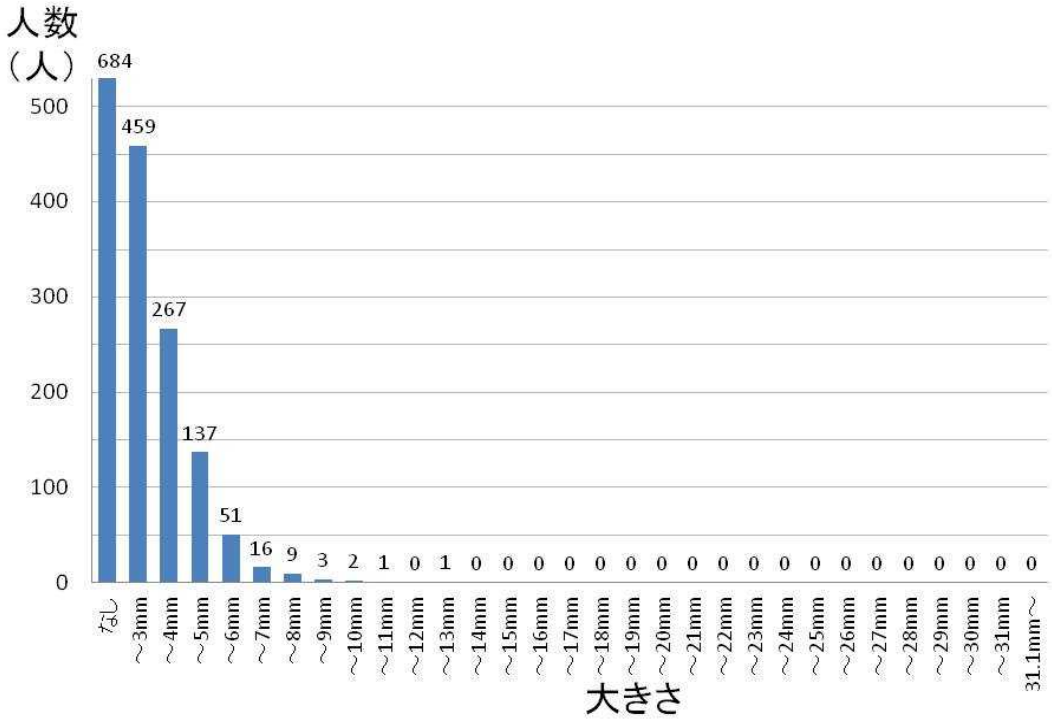
| 判定結果 | | 判定内容 | 人数（人） | | 割合（%） | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A | A1 | 結節や嚢胞を認めなかったもの | 670 | 1609 | 41.1% | 98.7% |
| | A2 | 5.0mm以下の結節や<br>20.0mm以下の嚢胞を認めたもの | 939 | | 57.6% | |
| B | | 5.1mm以上の結節や<br>20.1mm以上の嚢胞を認めたもの | 21 | | 1.3% | |
| C | | 甲状腺の状態等から判断して、<br>直ちに二次検査を要するもの | 0 | | 0.0% | |

結節とのう胞の所見について表 9～11 に示す。結節は 35 人（調査対象者の 2.2%）にみられた。この結節をサイズ別に分けると、5.1mm 以上のものは 21 人（1.3%）に、5.0mm 以下のものは 14 人（0.9%）にみられた。のう胞は 946 人（調査対象者の 58.0%）にみられた。こののう胞をサイズ別に分けると、20.1mm 以上のものは 0 人（0.0%）に、20.0mm 以下のものは 946 人（58.0%）にみられた。

## 表 9　結節の有無と大きさの分布：青森



## 表 10　嚢胞の有無と大きさの分布：青森




## 表 11　結節・のう胞を認めた者の割合：青森

（単位：人）

| 対象者（計） | | 1630 | |
|---|---|---|---|
| 結節 | ≧5.1mm | 21（1.3%） | 35（2.2%） |
| | ≦5.0mm | 14（0.9%） | |
| 嚢胞 | ≧20.1mm | 0（0.0%） | 946（58.0%） |
| | ≦20.0mm | 946（58.0%） | |

付記）結節とのう胞の両所見保有者あり。両方の所見のある人もあったため、単純な人数の合算では実人数よりも多くなります。

年齢区分と性別からみた判定の結果を表 12 に示す。この結果はグラフ 2 として次頁に示した。

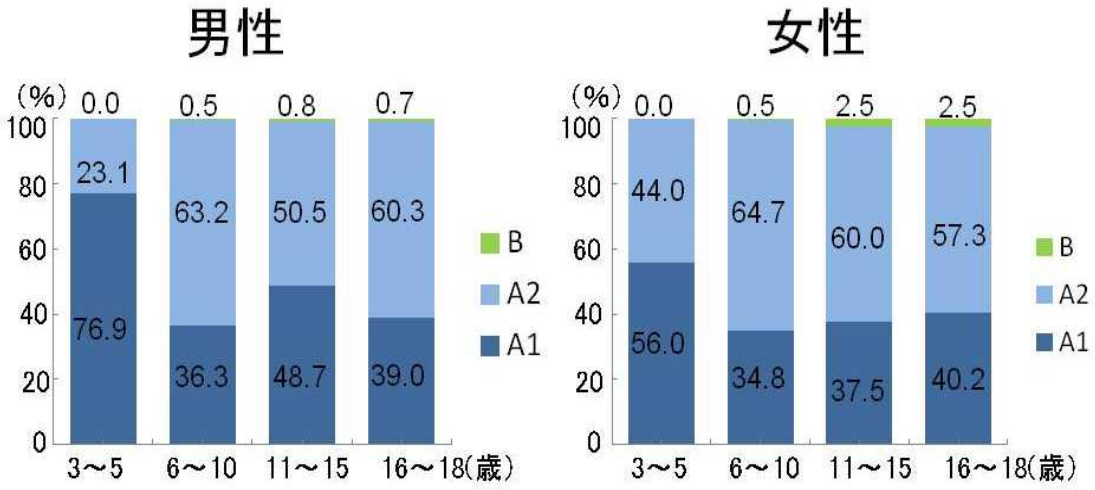
## 表 12　年齢区分・性別による判定状況：青森

（単位：人）

| 判定 | A | | | | | | | | | B | | | C | | | 合計 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | A1 | | | A2 | | | | | | | | | | | | | | |
| 性別・年齢 | 男性 | 女性 | 計 | 男性 | 女性 | 計 | 男性 | 女性 | 計 | 男性 | 女性 | 計 | 男性 | 女性 | 計 | 男性 | 女性 | 計 |
| 3～5歳 | 20 | 14 | 34 | 6 | 11 | 17 | 26 | 25 | 51 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 26 | 25 | 51 |
| 6～10歳 | 81 | 77 | 158 | 141 | 143 | 284 | 222 | 220 | 442 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 223 | 221 | 444 |
| 11～15歳 | 189 | 135 | 324 | 196 | 216 | 412 | 385 | 351 | 736 | 3 | 9 | 12 | 0 | 0 | 0 | 388 | 360 | 748 |
| 16～18歳 | 57 | 97 | 154 | 88 | 138 | 226 | 145 | 235 | 380 | 1 | 6 | 7 | 0 | 0 | 0 | 146 | 241 | 387 |
| 計 | 347 | 323 | 670 | 431 | 508 | 939 | 779 | 831 | 1609 | 5 | 16 | 21 | 0 | 0 | 0 | 783 | 847 | 1630 |

男性において、A1、A2、B 判定が、3～5 歳ではそれぞれ 76.9%、23.1%、0.0%、6～10 歳では 36.3%、63.2%、0.5%、11～15 歳では 48.7%、50.5%、0.8%、16～18 歳では 39.0%、60.3%、0.7%を占めた。女性においては、A1、A2、B 判定が、3～5 歳ではそれぞれ 56.0%、44.0%、0.0%、6～10 歳では 34.8%、64.7%、0.5%、11～15 歳では 37.5%、60.0%、2.5%、16～18 歳では 40.2%、57.3%、2.5%を占めた。

## グラフ２　年齢区分・性別による判定割合：青森




### 1.5.3　地域別の結果・山梨地区

山梨の集団における調査対象者は 1,366 人であった（表 13）。男性が 598 人（43.8%）、女性が 768 人（56.2%）を占めていた。年齢別にみると、3～5 歳が 34 人（2.5%）、6～10 歳が 379 人（27.7%）、11～15 歳が 638 人（46.7%）、16～18 歳が 315 人（23.1%）を占めた。

## 表 13　調査対象者：山梨

| 全対象者(計) | 1366人 |
|---|---|

| 年齢階層別 対象者数 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 3～5歳 | 6～10歳 | 11～15歳 | 16～18歳 | (計) |
| 男性 | 人数(人) | 18 | 178 | 309 | 93 | 598 |
| | 割合(%)(※) | 1.3 | 13.0 | 22.6 | 6.8 | 43.8 |
| 女性 | 人数(人) | 16 | 201 | 329 | 222 | 768 |
| | 割合(%)(※) | 1.2 | 14.7 | 24.1 | 16.3 | 56.2 |
| (計) | 人数(人) | 34 | 379 | 638 | 315 | 1366 |
| | 割合(%)(※) | 2.5 | 27.7 | 46.7 | 23.1 | 100.0 |

(※) 全対象者に占める割合

判定結果を表 14 に示す。A 判定が 1,351 人（98.9%）であり、そのうち A1 判定は 404 人（29.6%）、A2 判定は 947 人（69.3%）であった。B 判定は 15 人（1.1%）であった。C 判定は 0 人（0.0%）であった。

## 表 14　判定結果別　人数・割合：山梨

| 全対象者 (計) | 1366人 |
|---|---|

| 判定結果 | | 判定内容 | 人数(人) | | 割合(%) | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A | A1 | 結節や嚢胞を認めなかったもの | 404 | 1351 | 29.6% | 98.9% |
| | A2 | 5.0mm以下の結節や<br>20.0mm以下の嚢胞を認めたもの | 947 | | 69.3% | |
| B | | 5.1mm以上の結節や<br>20.1mm以上の嚢胞を認めたもの | 15 | | 1.1% | |
| C | | 甲状腺の状態等から判断して、<br>直ちに二次検査を要するもの | 0 | | 0.0% | |

結節とのう胞の所見について表 15～17 に示す。結節は 27 人（調査対象者の 2.0%）にみられた。この結節をサイズ別に分けると、5.1mm 以上のものは 15 人（1.1%）に、5.0mm 以下のものは 12 人（0.9%）にみられた。のう胞は 955 人（調査対象者の 69.9%）にみられた。こののう胞をサイズ別に分けると、

20.1mm 以上のものは 0 人（0.0%）に、20.0mm 以下のものは 955 人（69.9%）にみられた。

**表 15　結節の有無と大きさの分布：山梨**

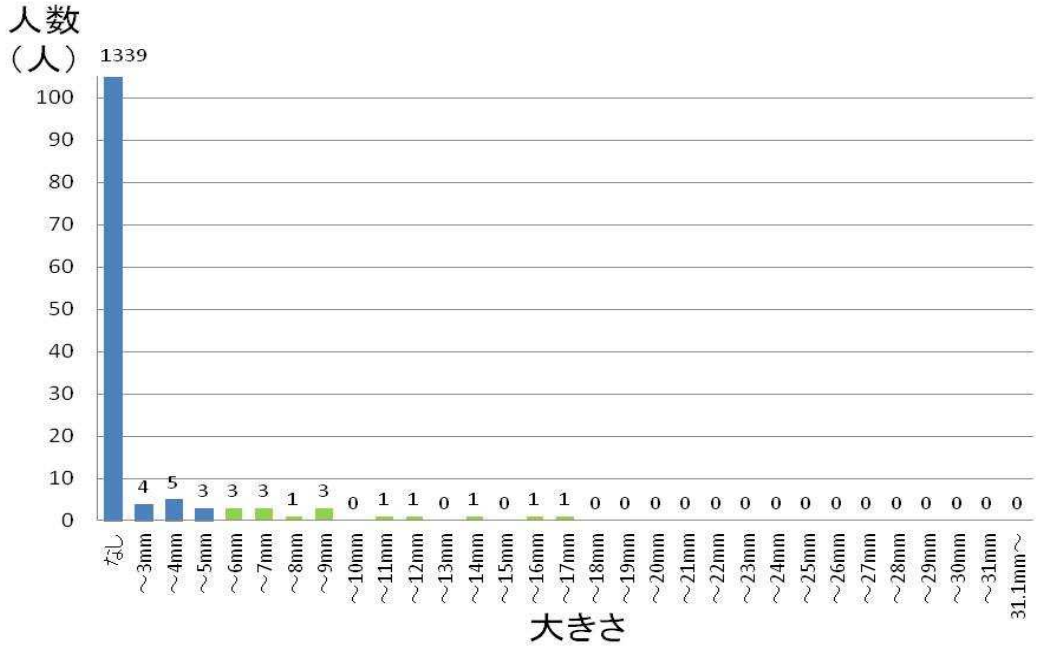
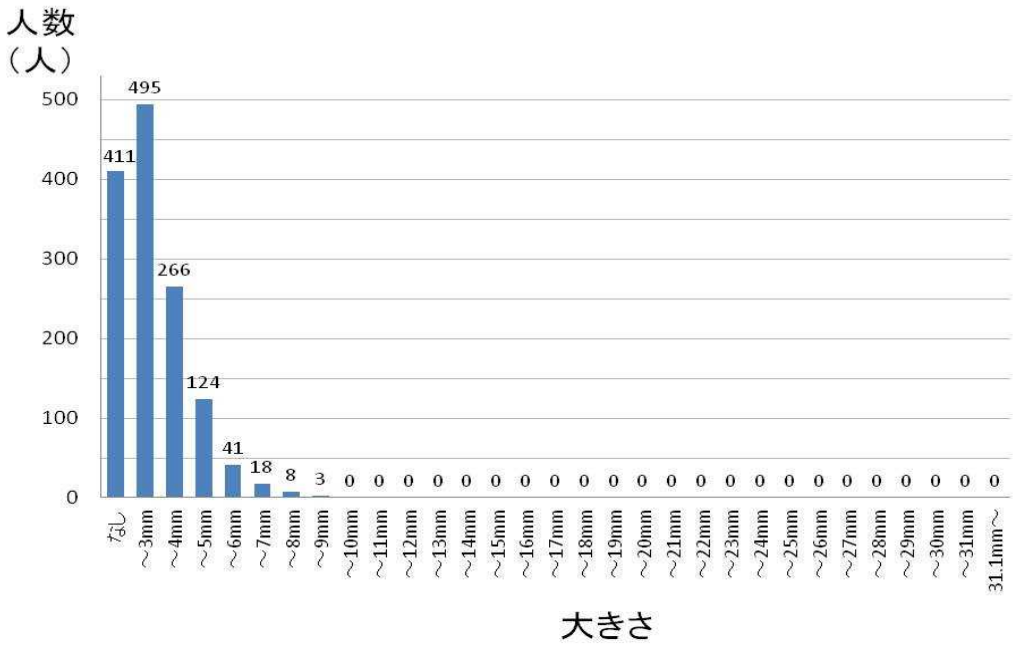



**表 16　嚢胞の有無と大きさの分布：山梨**



## 表 17　結節・のう胞を認めた者の割合：山梨

（単位：人）

| 対象者（計） | | 1366 | |
|---|---|---|---|
| 結節 | ≧5.1mm | 15（1.1%） | 27（2.0%） |
| | ≦5.0mm | 12（0.9%） | |
| 嚢胞 | ≧20.1mm | 0（0.0%） | 955（69.9%） |
| | ≦20.0mm | 955（69.9%） | |

付記）付記）結節とのう胞の両所見保有者あり。両方の所見のある人もあったため、単純な人数の合算では実人数よりも多くなります。

年齢区分と性別からみた判定の結果を表 18 に示す。この結果はグラフ 3 として次頁に示した。

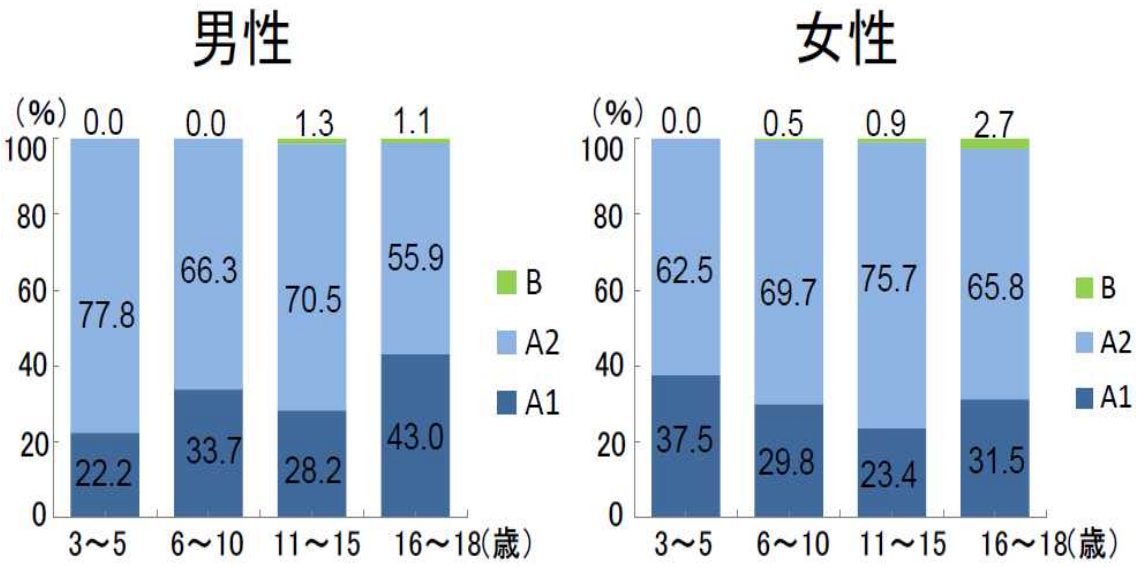
## 表 18　年齢区分・性別による判定状況：山梨

（単位：人）

| 判定 | A | | | | | | | | | B | | | C | | | 合計 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | A1 | | | A2 | | | | | | | | | | | | | | |
| 性別・年齢 | 男性 | 女性 | 計 | 男性 | 女性 | 計 | 男性 | 女性 | 計 | 男性 | 女性 | 計 | 男性 | 女性 | 計 | 男性 | 女性 | 計 |
| 3～5歳 | 4 | 6 | 10 | 14 | 10 | 24 | 18 | 16 | 34 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 18 | 16 | 34 |
| 6～10歳 | 60 | 60 | 120 | 118 | 140 | 258 | 178 | 200 | 378 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 178 | 201 | 379 |
| 11～15歳 | 87 | 77 | 164 | 218 | 249 | 467 | 305 | 326 | 631 | 4 | 3 | 7 | 0 | 0 | 0 | 309 | 329 | 638 |
| 16～18歳 | 40 | 70 | 110 | 52 | 146 | 198 | 92 | 216 | 308 | 1 | 6 | 7 | 0 | 0 | 0 | 93 | 222 | 315 |
| 計 | 191 | 213 | 404 | 402 | 545 | 947 | 593 | 758 | 1351 | 5 | 10 | 15 | 0 | 0 | 0 | 598 | 768 | 1366 |

男性において、A1、A2、B 判定が、3～5 歳ではそれぞれ 22.2%、77.8%、0.0%、6～10 歳では 33.7%、66.3%、0.0%、11～15 歳では 28.2%、70.5%、1.3%、16～18 歳では 43.0%、55.9%、1.1%を占めた。女性においては、A1、A2、B 判定が、3～5 歳ではそれぞれ 37.5%、62.5%、0.0%、6～10 歳では 29.8%、69.7%、0.5%、11～15 歳では 23.4%、75.7%、0.9%、16～18 歳では 31.5%、65.8%、2.7%を占めた。

## グラフ３　年齢区分・性別による判定割合：山梨




### 1.5.4　地域別の結果・長崎地区

長崎の集団における調査対象者は 1,369 人であった（表 19）。男性が 694 人（50.7%）、女性が 675 人（49.3%）を占めていた。年齢別にみると、3～5 歳が 104 人（7.6%）、6～10 歳が 452 人（33.0%）、11～15 歳が 609 人（44.5%）、16～18 歳が 204 人（14.9%）を占めた。

## 表 19　調査対象者：長崎

| 全対象者（計） | 1369人 |
|---|---|

| 年齢階層別　対象者数 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 3～5歳 | 6～10歳 | 11～15歳 | 16～18歳 | （計） |
| 男性 | 人数（人） | 52 | 220 | 308 | 114 | 694 |
| | 割合（%）（※） | 3.8 | 16.1 | 22.5 | 8.3 | 50.7 |
| 女性 | 人数（人） | 52 | 232 | 301 | 90 | 675 |
| | 割合（%）（※） | 3.8 | 16.9 | 22.0 | 6.6 | 49.3 |
| （計） | 人数（人） | 104 | 452 | 609 | 204 | 1369 |
| | 割合（%）（※） | 7.6 | 33.0 | 44.5 | 14.9 | 100.0 |

（※）全対象者に占める割合

判定結果を表 20 に示す。A 判定が 1,361 人（99.4%）であり、そのうち A1 判定は 779 人（56.9%）、A2 判定は 582 人（42.5%）であった。B 判定は 8 人（0.6%）であった。C 判定は 0 人（0.0%）であった。

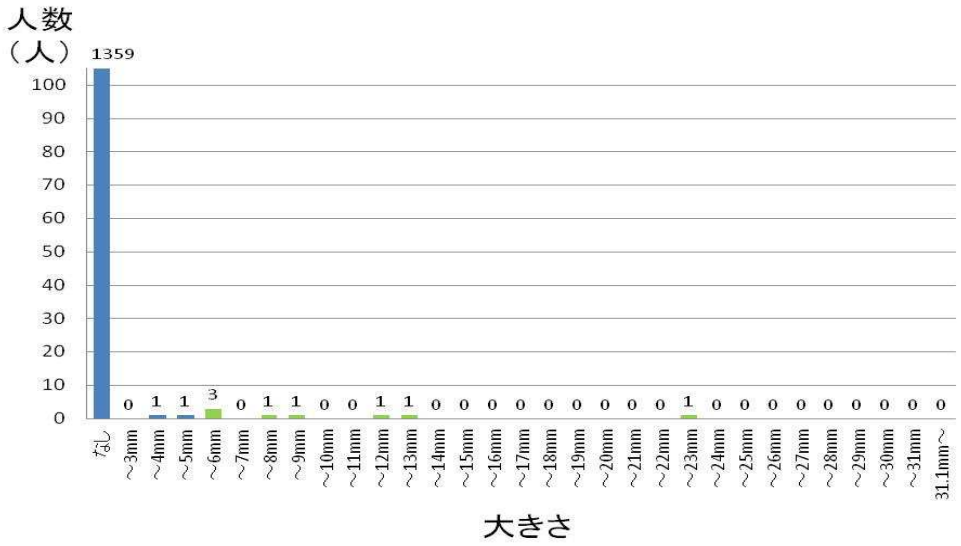
## 表 20　判定結果別　人数・割合：長崎

| 全対象者（計） | 1369人 |
|---|---|

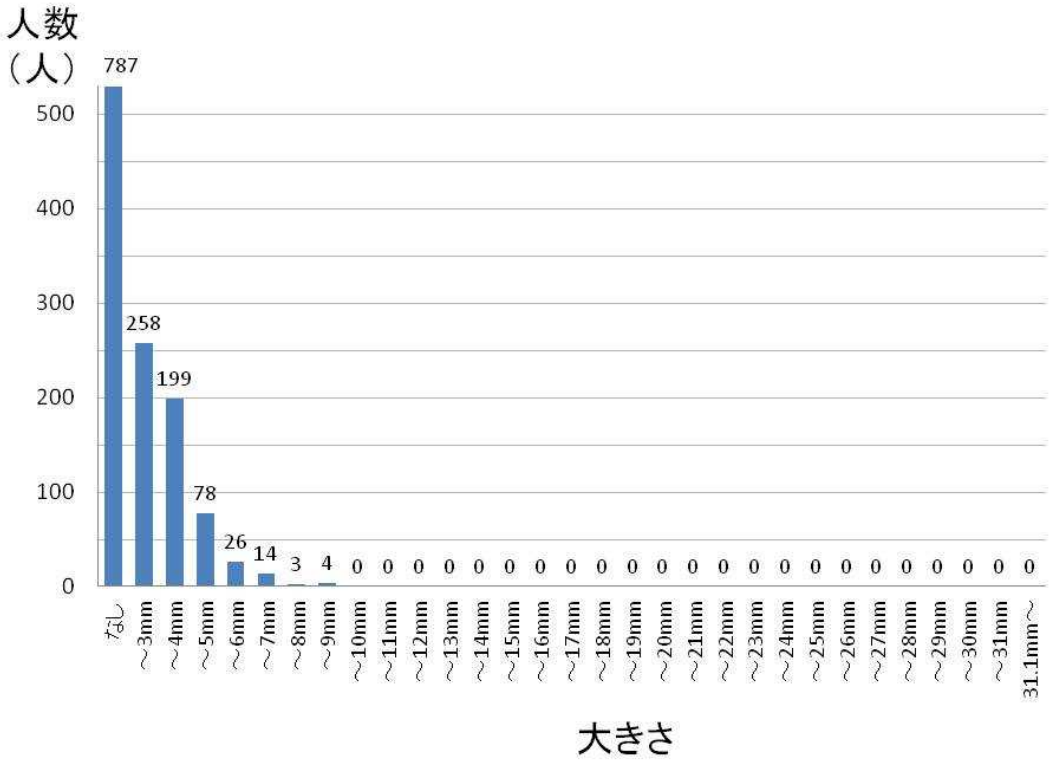
| 判定結果 | | 判定内容 | 人数（人） | | 割合（%） | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A | A1 | 結節や嚢胞を認めなかったもの | 779 | 1361 | 56.9% | 99.4% |
| | A2 | 5.0mm以下の結節や<br>20.0mm以下の嚢胞を認めたもの | 582 | | 42.5% | |
| B | | 5.1mm以上の結節や<br>20.1mm以上の嚢胞を認めたもの | 8 | | 0.6% | |
| C | | 甲状腺の状態等から判断して、<br>直ちに二次検査を要するもの | 0 | | 0.0% | |

結節とのう胞の所見について表 21～23 に示す。結節は 10 人（調査対象者の 0.7%）にみられた。この結節をサイズ別に分けると、5.1mm 以上のものは 8 人（0.6%）に、5.0mm 以下のものは 2 人（0.1%）にみられた。のう胞は 582 人（調査対象者の 42.5%）にみられた。こののう胞をサイズ別に分けると、20.1mm 以上のものは 0 人（0.0%）に、20.0mm 以下のものは 582 人（42.5%）にみられた。

## 表 21　結節の有無と大きさの分布：長崎



## 表 22　嚢胞の有無と大きさの分布：長崎




## 表 23　結節・のう胞を認めた者の割合：長崎

（単位：人）

| 対象者（計） | | 1369 | |
|---|---|---|---|
| 結節 | ≧5.1mm | 8（0.6%） | 10（0.7%） |
| | ≦5.0mm | 2（0.1%） | |
| 嚢胞 | ≧20.1mm | 0（0.0%） | 582（42.5%） |
| | ≦20.0mm | 582（42.5%） | |

付記）結節とのう胞の両所見保有者あり。両方の所見のある人もあったため、単純な人数の合算では実人数よりも多くなります。

年齢区分と性別からみた判定の結果を表 24 に示す。この結果はグラフ 4 として次頁に示した。

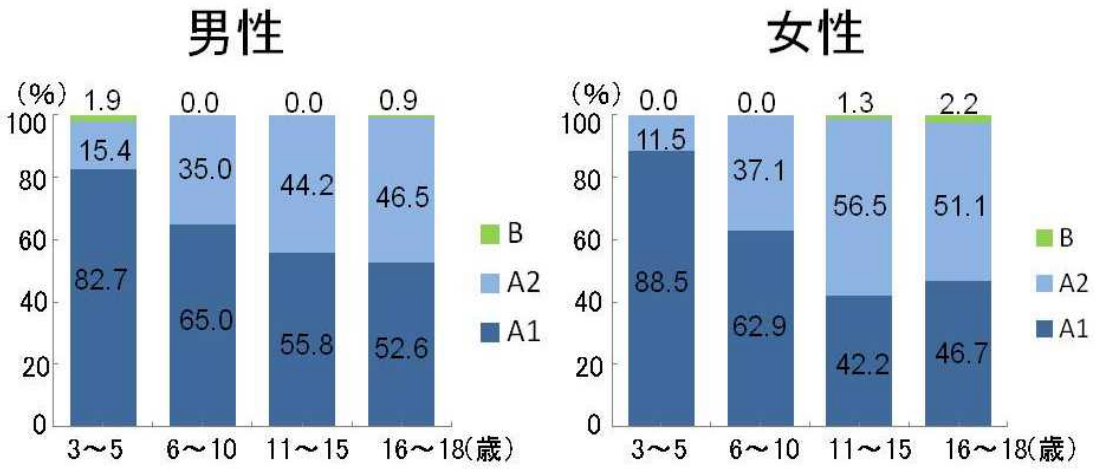
## 表 24　年齢区分・性別による判定状況：長崎

（単位：人）

| 判定 | A | | | | | | | | | B | | | C | | | 合計 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | A1 | | | A2 | | | | | | | | | | | | | | |
| 性別・年齢 | 男性 | 女性 | 計 | 男性 | 女性 | 計 | 男性 | 女性 | 計 | 男性 | 女性 | 計 | 男性 | 女性 | 計 | 男性 | 女性 | 計 |
| 3～5歳 | 43 | 46 | 89 | 8 | 6 | 14 | 51 | 52 | 103 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 52 | 52 | 104 |
| 6～10歳 | 143 | 146 | 289 | 77 | 86 | 163 | 220 | 232 | 452 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 220 | 232 | 452 |
| 11～15歳 | 172 | 127 | 299 | 136 | 170 | 306 | 308 | 297 | 605 | 0 | 4 | 4 | 0 | 0 | 0 | 308 | 301 | 609 |
| 16～18歳 | 60 | 42 | 102 | 53 | 46 | 99 | 113 | 88 | 201 | 1 | 2 | 3 | 0 | 0 | 0 | 114 | 90 | 204 |
| 計 | 418 | 361 | 779 | 274 | 308 | 582 | 692 | 669 | 1361 | 2 | 6 | 8 | 0 | 0 | 0 | 694 | 675 | 1369 |

男性において、A1、A2、B 判定が、3～5 歳ではそれぞれ 82.7%、15.4%、1.9%、6～10 歳では 65.0%、35.0%、0.0%、11～15 歳では 55.8%、44.2%、0.0%、16～18 歳では 52.6%、46.5%、0.9%を占めた。女性においては、A1、A2、B 判定が、3～5 歳ではそれぞれ 88.5%、11.5%、0.0%、6～10 歳では 62.9%、37.1%、0.0%、11～15 歳では 42.2%、56.5%、1.3%、16～18 歳では 46.7%、51.5%、2.2%を占めた。

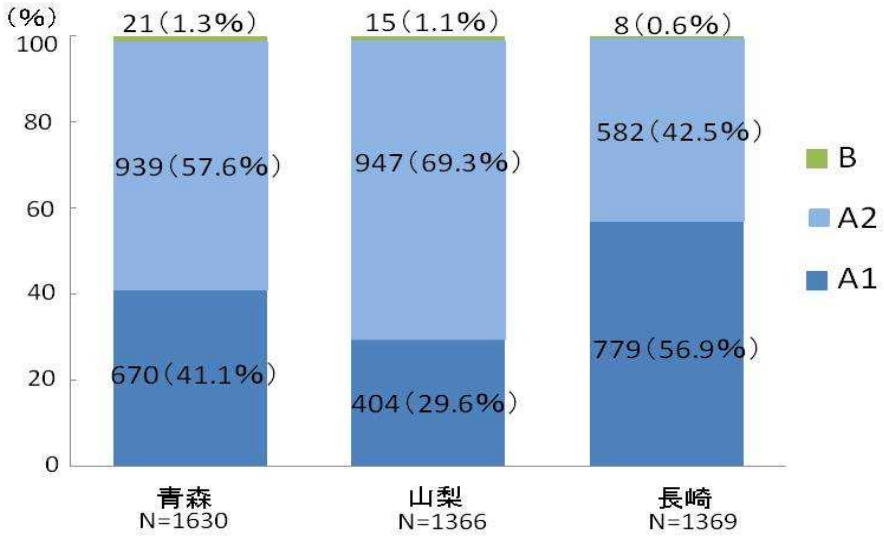
## グラフ４　年齢区分・性別による判定割合：長崎



### 1.5.5　判定割合の結果・3 地域

地域による判定割合を比較したのがグラフ 5 である。A 判定は、3 地域ともに約 99%であった。A1 判定は青森で 41.1%、山梨で 29.6%、長崎で 56.9%、A2 判定は青森で 57.6%、山梨で 69.3%、長崎で 42.5%であった。B 判定は青森で 1.3%、山梨で 1.1%、長崎で 0.6%であった。C 判定は、どの地域においても 0.0%であった。

**グラフ５　判定割合：県別３地域**



## 第２章　考察

これまで、超音波検査が甲状腺腫瘤の診断法として一般的になる前は、主に触診により甲状腺腫瘍が見つけられることが多かった。人間ドック、集団検診などの受診者を対象とした触診と超音波検査の結果報告をみると、成人での甲状腺腫瘤の発見率について、触診では 1.46%（男性 0.64%、女性 1.69%）、超音波検査では 18.55%（男性 12.77%女性 27.10%）であると報告されており、超音波検査の検出率は 10 倍以上となっている。同様に、甲状腺ののう胞についてみると、超音波検査によるのう胞（直径 3mm以上）の発見率は、27.6%（男性 23.2%、女性 33.5%）とされ、検診を受けた多くの者に見つかっている（1)。しかし、これまで自覚症状のない子どもを対象とした検診による報告については、信頼に足るものがないのが実情であった。

そこで本事業では、全国の複数の地域において、18 歳以下の者に対する甲状腺超音波検査を行い、結節とのう胞の検査所見率に関して調査を行った。本事業の施行にあたっては、事業の背景となった福島県民調査の手法を参考にし、以下のごとくそれに準じて検査を行った。

まず、超音波検査の精度についてである。超音波検査の高い精度を保つためには、適切な装置の使用と経験ある検査者が必須である。超音波画像は、装置の性能により分解能（精度）が異なるため、小さい異常所見を発見するには、一定以上の性能を有する装置が使用される必要がある。さらに、同じような装置でも、5～10 年前の画像と比べ、その改良と共に精度が向上していると考えられる。そこで、本事業では、現在福島で用いられている高性能の携帯型装置と同じ装置を使用し、さらに同じ画像設定条件で行った。また、検査者の能力を福島でのそれと一致させるため、福島での健康調査に参加した経験のある者または専門医等の資格を有する等同等の能力を有する者とした。

次に、超音波検査の判定基準である。事業で得られた結果を比較するには、統一した基準が必要である、そこで、福島県民調査で採用されているものと同様、日本乳腺甲状腺超音波医学会のガイドラインをベースとした結節性病変の判定基準（A1, A2, B, C）に従った。

対象地域の選定においては、調査概要に述べたごとく、青森県、山梨県、長崎県と、地理的条件について配慮した。また、幼稚園や学校単位で検査した理由は、あらかじめ定められた調査実施期間内に、一定人数を検査するためである。

この調査により、二次検査を必要としない A 判定は 99%で、5.1mm 以上の結節や 20.1mm 以上ののう胞を認める B 判定は１%であり、さらに直ちに二次検査を必要とする C 判定は認めなかった。また、A 判定のうち、5.0mm 以下

の結節や充実部分を伴わない 20.0mm 以下ののう胞を認める A2 判定は、全体の 56.5%を占めた。

ただし、この結果を一般化する上での解釈においては、いくつか考慮すべき点があげられる。まず、対象集団の年齢ならびに性別についての考慮である。各地域とも、3〜5 歳の集団の調査対象数が他の年齢層集団に比べて少なく、また全体的に女性がやや多かった。一般的に、3〜5 歳の集団では結節性疾患の有所見率自体が、6 歳以上の集団に比べて低く、また女性は男性よりも有所見率が高いことが知られている。このため、今回のような単純な記述統計に基づく有所見率は､本来の値よりも高めに集計されている可能性がある｡参考として、平成 22 年の日本の基準人口（3〜18 歳）を標準人口とした場合の年齢調整済み性別有所見率を試算（３地域合計）すると、A2 判定は 52.1%（男性 48.5%、女性 55.3%）となり、単純な記述統計より低い値が得られた。

次いで、この種の調査においては、調査の協力に対する対象者バイアス（例えば子供の体調に不安があると調査に同意を得にくい)も考慮すべき点である。ただし、今回の調査では、同意して検査を受けた率、すなわち受診参加率は全体に高率であったため、有所見率に大きく影響している可能性は比較的少ないと推定される。

また、超音波検査では、検査実施者間ごとの所見の判断にばらつきが生じうることに、特段の留意が必要である。特に小さなのう胞のような軽微な所見の報告については、こうした検査者ごとのバイアスが一定程度生じる可能性がある。さらに、日常のヨウ素摂取量も考慮すべき点である。これまでも甲状腺がんの発生率はヨウ素摂取量が影響するという報告も見られる。この点については特に地域ごとの有所見率を比較する時に調整したい因子であるが、今回の調査では、調査実施期間の制限上、ヨウ素摂取量の評価までは行っておらず、この影響は検証できていない。この他に、特定の学校を対象として検査を行っていることによる社会経済的あるいは教育的な背景因子の差や、病気に関する家族歴や既往歴が調査結果に影響する可能性についても考慮していかなければならないが、今回はこれらの情報も得られていないなど、3 地域ごとの結果の解釈については考慮すべき点も少なからずあり、単純に地域ごとの有所見率を比較することには慎重であるべきと考えられる。なお、今回の事業で A2 判定の多くを占めたのう胞が高頻度に観察された理由については明かではなかった。

参考文献

1. 志村浩己：日本における甲状腺腫瘍の頻度と経過.日本甲状腺学会雑誌 Vol.1(2):109-113, 2010

# 第３章　まとめ

3 地域の約 4,500 人の子どもに行った甲状腺検査の結果は、2 次検査を必要としない A 判定が 99%、2 次検査を必要とする B 判定は１%と分類された。直ちに 2 次検査を必要とする C 判定は見られなかった。また、A 判定のうち、結節やのう胞を認めない A1 判定は全体の 42.5%、5.0mm 以下の結節や 20.0mm 以下ののう胞を認める A2 判定は、全体の 56.5%を占めた。

地域ごとの結果の解釈には、慎重な判断を要するものの、これら 3 地域全体の結果については、子どもの甲状腺結節性疾患の有所見率データとして、一定の価値を有すると考えられる。

# 第２編 ヨウ素摂取量と甲状腺の放射性ヨウ素摂取量の関連に係る国内外の文献調査

## はじめに

放射線災害によって放射性ヨウ素が放出される状況の場合、吸入や汚染された食物の摂取による甲状腺の内部被ばくが大きな問題となることは、1986 年のチェルノブイリ原子力発電所事故でも明らかになった。経口による安定ヨウ素剤（ヨウ化カリウム）の内服、いわゆる甲状腺ブロックは、このような放射線災害時において有効な手段であると考えられる。Nauman と Wolff は、被ばく後 1～4 日以内に安定ヨウ素剤が投与されれば、40～62%のブロック効果があり、2～8 時間内の投与であれば 78.9%または 39.1%の効果があると推定している（1)。

ヨウ素は必須元素のひとつであり、甲状腺ホルモンの構成成分である一方、その欠乏は世界レベルでの課題である（2)。チェルノブイリ事故当時、周辺地域は軽度から中等度のヨウ素欠乏地域が存在したことが推定されており、1991 年から 1996 年に実施されたチェルノブイリ笹川医療協力プロジェクトで行われた尿中ヨウ素のスクリーニングでは、特にウクライナのキエフ州において中等度のヨウ素欠乏が存在することが明らかにされている（3)。その後、ヨウ素添加塩の普及によって、旧ソ連邦のヨウ素充足状況は改善してきたが（4) (5)、近年になって、ヨウ素添加塩の普及が再び低下し、それによるヨウ素欠乏が懸念されている（6)。

その一方、日本は世界でも稀なヨウ素過剰摂取地域であることが知られている。これは、海産物、特に海藻を恒常的に摂取する日本の食習慣によるところが大きいが、このようなヨウ素の充足状況の違いが、放射性ヨウ素による内部被ばくに伴う健康影響、特に甲状腺疾患に対してどのように作用するかについての検討は、十分されているとは言い難い。そこで、本レビューでは、安定ヨウ素の作用についての知見を簡潔にとりまとめたうえで、ヨウ素欠乏と甲状腺がんを中心とした甲状腺疾患の発症リスクとの関連についての疫学調査、さらには実験レベルでの知見について紹介するものとする。

## 第１章　ヨウ素摂取量と甲状腺の放射性ヨウ素摂取量の関連に係る文献調査

### １．１　安定ヨウ素剤による甲状腺ブロック

1977 年、国際原子力機関（IAEA）は放射線災害時における安定ヨウ素剤による介入基準を 100mSv に定めている（7)。1989 年、世界保健機関（WHO）は、安定ヨウ素剤についての投与基準をとりまとめ、加盟国への勧告を行ったが、その中で放射線災害時、各国の介入レベルに従って、小児、授乳中の妊婦、そして 40 歳以下の大人に対して、速やかに安定ヨウ素剤の内服を行うべきであると述べている（8)。これを受けて、日本では 2002 年に「原子力災害時における安定ヨウ素剤予防服用の考え方について」が取りまとめられ、40 歳未満の者を対象として、内服する安定ヨウ素量が策定された。すなわち、ヨウ素量にして新生児は 12.5mg、生後 1 か月以上 3 歳未満は 25mg、3 歳以上 13 歳未満のものについてはヨウ素量 38mg 、13 歳以上 40 歳未満のものについてはヨウ素量 76mg の単回投与とするものである（9)。

安定ヨウ素剤による甲状腺ブロックについてはその副作用も懸念されるところであった。Spalleck らは、過去の文献調査から、安定化ヨウ素による甲状腺ブロックの副作用についてのレビューを行っている（10)。その中で、チェルノブイリ原子力発電所事故後のポーランドにおける住民の調査に特に着目して報告している（1)。この中で、甲状腺に関する副作用では、小児、成人のいずれにおいても服用群と対照群で頻度に差は見られていないが､新生児において、安定ヨウ素剤を服用した中の 0.37%において一過性の TSH の上昇がみられたとしている。また、頭痛や下痢、吐気など甲状腺以外の症状については、0.2%に出現がみられたと報告されており、調査を行った 34,491 人の安定ヨウ素剤を服用した住民のうち、副作用の頻度は極めて低いと結論づけている。

その一方で、適切な甲状腺ブロックに必要な安定ヨウ素剤の服用量については、各国におけるヨウ素摂取状況によって異なる可能性もあり、興味あるところである。Notebloom らは、オランダにおいて 2 週から 98 週齢のチンパンジーを用いてヨウ素 123 の甲状腺への取り込みを評価し、小児期における適切な甲状腺ブロックに必要な安定ヨウ素剤の量は 1.5mg/kg 以上であると報告している（11)。Takamura らは、日本において甲状腺機能亢進患者を対象としてヨウ素 123 の甲状腺への取り込みを阻害する安定ヨウ素剤の量について検討を行っている（12)。彼らは､8 名の患者をヨウ素量 38mg 投与群とヨウ素量 76mg 投与群の二群に分けて、ヨウ素 123 投与直前にそれぞれの量の安定ヨウ素剤を単回服用し、ヨウ素 123 の取り込みを比較している。その結果、取り込み抑制効果はヨウ素 123 投与 24 時間後において、38mg 投与群で 73.3%、76mg 投与群で 79.5%とそれぞれ良好なブロック効果がみられたことから、ヨウ素充足地域である日本においては、より少ない量の安定ヨウ素剤であっても甲状腺ブロ

ックが行える可能性を示した。

## １．２　ヨウ素の充足状況と放射線誘発甲状腺がん、及び甲状腺良性疾患の発症リスクとの関連についての疫学調査のまとめ

ヨウ素の充足状況と放射線誘発甲状腺がん発症リスクとの関連については、十分な検討がいまだなされていないのが現状である。その中で Cardis らは、チェルノブイリ原子力発電所事故の影響を最も受けたとされるベラルーシ共和国のゴメリ州とモギリョフ州、ロシア連邦のトゥーラ州、オレル州、カルーガ州、ブリヤンスク州において症例対照研究を行って、これらの地域に居住する 276 名の小児甲状腺がん群と 1,300 名の対象群とを比較している（13)。両群をあわせた全体でみると、甲状腺の推定被ばく線量の中央値はベラルーシ共和国では 365mGy であり、ロシア連邦では 40mGy で、最大被ばく線量はベラルーシ共和国で 10.2Gy、ロシア連邦で 5.3Gy であった。甲状腺外部被ばく線量の中央値は推定で 2.2m Gy、放射性セシウムの内部被ばく線量の中央値は推定で 1.0m Gy であり、甲状腺被ばくのほとんどは放射性ヨウ素による内部被ばくであったことが推定される。このような特性を持つ群において、ヨウ素欠乏が放射線誘発甲状腺がん発症に与えるリスクを土壌中のヨウ素濃度を用いて検討したところ、放射線誘発甲状腺がん発症に関して、甲状腺被ばく線量とヨウ素レベルには有意な正の相互関係がみられることが明らかになった。また土壌のヨウ素濃度によって、それぞれの地域を 3 群（低ヨウ素土壌群、中ヨウ素土壌群、高ヨウ素土壌群）に分け、放射線誘発甲状腺がん発症のリスクを比較したところ、中ヨウ素土壌群と高ヨウ素土壌群には有意な差がみられなかったものの、低ヨウ素土壌群と高ヨウ素土壌群とを比較したところ、1Gy の甲状腺被ばくあたりのがん発症リスクは低ヨウ素土壌群が 3.2 倍高いことが示された。

さらに Cardis らは、安定ヨウ素剤の日常的内服と放射線誘発甲状腺がんとの関連についても調査を行っており、アンチストラミン（ヨウ化カリウム 1mg 含）を服用している群と服用していない群について比較を行っている。その結果、アンチストラミン服用群では服用していない群に比較して 1Gy の甲状腺被ばくあたりのがん発症リスクは 3 倍程度低下していた。土壌中のヨウ素濃度と安定ヨウ素剤の日常的内服は、両者を回帰モデルに入れて解析を行っても、独立して放射線誘発甲状腺がんの発症と関連していた。これらの結果から Cardis らは、ヨウ素欠乏のみならず、安定ヨウ素剤の日常的内服も、放射性誘発甲状腺がんのリスク低減に有用である可能性があると結論付けている。

Shakhtarin らは 1996 年にロシア連邦ブリヤンスク州の各地区における計 3,070 名の住民の尿中ヨウ素濃度を測定し、中央値を用いて各地区のヨウ素充足状況を評価したうえで、事故当時 0～18 歳で同地区に居住していた住民にお

ける甲状腺がんの頻度を調査した（14)。その結果、この地域では 34 例の小児～若年者における甲状腺がんが確認され、発生率はロシア連邦全体の推定値の 5.5 倍、過剰相対リスク（ERR）は 4.4 であった。特に、最も甲状腺がんの発生頻度が高かった地域は、尿中ヨウ素濃度が最も低い地域と一致しており、尿中ヨウ素濃度が 50μg/L 未満の地区では ERR が 5.9、尿中ヨウ素濃度が 50-74.9μg/L の地区では ERR は 6.0 であったのに対し、尿中ヨウ素濃度が 75-99.9μg/L の地区における ERR は 3.2 とリスクの減少がみられ、尿中ヨウ素濃度が 100μg/L 以上の地区においては甲状腺がん発生率の有意な増加は見られなかった。更に、放射線誘発甲状腺がんの ERR は尿中ヨウ素濃度の上昇に従い低下する傾向が認められ、尿中ヨウ素濃度が 50μg/L 未満の地区では 1Gy 被ばくあたりの ERR が 24.1 であり、100μg/L 以上の地域の ERR が 13.0 であったのに比較して約 2 倍であったことが示された。

一方、ヨウ素充足状況と甲状腺がんの組織型の関連については、これまでにもヨウ素充足地域における甲状腺がんの組織型は乳頭がんが多く、ヨウ素欠乏地域では濾胞がんが多いことが報告されているが（15）(16)、チェルノブイリ汚染地域でも甲状腺がんの組織型がヨウ素充足率の影響を受けたことが示唆されたと報告されている。Huszno らは、チェルノブイリ事故で汚染されたポーランドの Nowy Sacz と、同様に汚染され甲状腺被ばく線量が Nowy Sacz の 2 倍であった Krakow での、ヨウ素欠乏と甲状腺がんの頻度、組織型との関連を調査している（17)。元々、ポーランドは軽度から中等のヨウ素欠乏地域とされており、1997 年よりヨウ素欠乏の予防対策が講じられ、ヨウ素添加塩が普及したが、Huszno らによると 1986 年の Krakow、Nowy Sacz それぞれの甲状腺がん発生率は 1 年間で 10 万人あたり、2.2、1.52 であったが、1990 年、1995 年、1999 年は Krakow ではそれぞれ 2.03、3.62、6.59、Nowy Sacz ではそれぞれ、1.43、2.59、4.28 と共に 1999 年に発生率の上昇を認めたが、2000 年以降はそれぞれの地域で発生率はほぼ一定になっている。また、発生する甲状腺がんの組織型にも変化が見られており、1986 年には、乳頭がんと濾胞がんの割合（P/F）が Krakow では、0.88、Nowy Sacz では 1.0 であったが、2001 年にはそれぞれの町で P/F が 6.25、5.0 と上昇し、他のチェルノブイリ周辺地域での甲状腺がんの増加と同様に、乳頭がんの割合が急増している事を示した。ただし、この甲状腺がんの頻度は診断時 40 歳以上の女性に高く、若年者における甲状腺がんの頻度の上昇は見られていない。以上より、Huszno らは Krakow での甲状腺がん発生率が Nowy Sacz と比較して 2 倍程度多い事を考慮した上で、研究対象地域での甲状腺がんの増加、組織型の変化はチェルノブイリ事故後の放射線被ばくの影響もひとつの要因であるが、それよりもヨウ素充足率の上昇が大きな要因である事が示唆されると結論づけている。

その一方、チェルノブイリ事故による被ばくと、ヨウ素欠乏が甲状腺良性疾患（甲状腺腫、甲状腺腫大、甲状腺炎、甲状腺機能障害）に及ぼす影響についても検討が行われてきた。Ostroumova らは、事故当時 18 歳未満で、ウクライナのジトーミル州、チェルニゴフ州、キエフ州、及びキエフ市に住んでいた 11,853 人を対象として、1998 年から 2000 年にかけて TSH<4mIU/L を甲状腺機能低下症の基準として被曝との関係の有無を報告している（18)。その結果、尿中ヨウ素濃度（<20、20-49、50-99、≧100mg/L、濃度不明の 5 群)、甲状腺腫の存在、甲状腺体積が 15mL 以上であることと甲状腺機能低下症とには、明らかな相関は見られなかった。また、甲状腺被曝 1Gy あたりの甲状腺機能低下症の過剰オッズ比も、尿中ヨウ素濃度との関連は認められなかった。

Kasatkina らは、ベラルーシの軽度ヨウ素欠乏地域で、かつ軽度の放射能汚染が存在する Uritzky 地区に居住する 787 人と、中等度ヨウ素欠乏地域で放射能汚染がなかった Kolpnyansky 地区に居住する 937 人の若年者（事故当時胎児～1 歳と 8～9 歳）間で甲状腺良性疾患の頻度の比較している（19)。それぞれの群の尿中ヨウ素濃度の中央値は 68.5μg/L、46.5μg/L であり、それぞれ WHO の基準で軽度と中等度のヨウ素欠乏地域であった。Uritzk 地区の 1986 年 5 月の 3～7 歳の子供における推定甲状腺被ばく線量の中央値は 145mGy であり、調査時の平均土壌 $^{137}Cs$ 濃度は 1.71Ci/km$^2$ であった。両群の甲状腺腫の頻度は Uritzky 地区が 51.8% 、Kolpnyansky 地区が 10.2%と Uritzky 地区で約 5 倍高い頻度で見られ、特に事故当時胎児～1 歳であった群では、頻度が約 7 倍であった。甲状腺機能については、両群間で free $T_3$, free $T_4$, TSH の濃度に有意差は認められていないが、Uritzky 地区でサイログロブリンが基準値以上に上昇している子供は、Kolpnyansky 地区と比較して約 2 倍の頻度であった。甲状腺自己抗体出現頻度については、抗マイクロゾーム抗体、抗サイログロブリン抗体どちらも有意に Uritzky 地区で高く見られたが、細胞診で診断した甲状腺炎の頻度は両群に差は見られなかった。ただしこの調査については、線量評価の妥当性等で解決すべき課題もあり、必ずしも放射線被ばくと甲状腺良性疾患の関連を比較したものとは言い難いため、今後さらなる調査が必要である。なお、本事業では、甲状腺結節性疾患、特に軽微なのう胞に注目した頻度の把握を試みたが、これらの論文の中では、ヨウ素摂取量と甲状腺ののう胞との相関は検討されていない。

### １.３ヨウ素の充足状況と放射線誘発甲状腺がんについての実験結果のまとめ

ヨウ素の充足状況と実験レベルでの放射線誘発甲状腺がんとの関連については、主にモデル動物を用いての研究が主体となるが、その際の最大の問題点は、確率的影響である放射線誘発甲状腺がんモデルをいかに作成するかであり、特

に低線量被ばくによる甲状腺がんモデル動物の作成は現在に至るまでの大きな課題である。このため本稿では、広くヨウ素の充足状況と甲状腺がんに主眼をおいた研究を含めて紹介する。

Ohshima らは､ラットにおいてヨウ素欠乏状態における甲状腺腫瘍の増殖作用について検討を行なっている（20)。彼らは、実験用発がん物質（ニトロソメチル尿素)を投与したラットのグループと非投与のラットのグループを各々、ヨウ素欠乏食を与えられた群、ヨウ素摂取量が適切な群、市販の動物実験用の食事を与えられた群の 3 つの群に分け、グループ間での甲状腺腫瘍の発生率の比較を行っている。その結果、ヨウ素欠乏ラットのグループでは、甲状腺がん（濾胞がん）の増加が見られたが、その中でも特にニトロソメチル尿素投与群では、ニトロソメチル尿素非投与群に比べ、潜伏期間が短く、悪性度が高いことが示された。また、ヨウ素摂取量が適切でかつ、ニトロソメチル尿素を投与されたラットの群で発生した甲状腺腫瘍は多くが良性であった。これらのことから、ヨウ素欠乏状態は、甲状腺がんの発生における誘発因子というよりも、むしろ促進因子として作用している可能性が示唆された。

ヨウ素欠乏により甲状腺腫瘍が促進される理由として、Kanno らは、ヨウ素欠乏に伴う甲状腺ホルモン低下により、下垂体ホルモン系を介したネガティブフィードバック機構により甲状腺刺激ホルモンが増加し、その甲状腺刺激ホルモンの刺激により、甲状腺の腫瘍新生が促進されるという機序を述べている（21)。

一方、北海道沿岸部における地方病性甲状腺腫の研究や、ヨウ素摂取量の多い地域では甲状腺がんの発生が多いという疫学研究から、ヨウ素欠乏のみならずヨウ素過剰も甲状腺腫瘍を促進させる作用がある事が指摘されている（21)(22)。前述の Kanno らは、甲状腺を標的とする実験用発がん物質である N-bis (2-hydroxyproryl) nitrosamine（DHPN）でイニシエーション処置を行ったげっ歯類を用いて、ヨウ素欠乏、ヨウ素過剰における甲状腺腫瘍の促進作用について検討を行っている。その結果、DHPN を投与したげっ歯類では、ヨウ素不足でもヨウ素過剰でも、甲状腺腫瘍の増加が見られており、組織学的には両者の区別ができなかった。さらに Kanno らは甲状腺腫瘍の促進作用が最も少ないヨウ素摂取量を検討し、ラットにおいては 2.6-9.7μg/日、人間の成人に換算すると、88-330μg/日であると報告している。

## 第２章　まとめ

以上、ヨウ素欠乏と放射線誘発甲状腺疾患、特に甲状腺がんの発症についての関連についての文献レビューを行った。その結果、ヨウ素欠乏状態は、放射線誘発甲状腺がんのリスクを高めることが多くの調査によって示されていることが確認された。一方で、ヨウ素充足状況と甲状腺腫、甲状腺腫大、甲状腺炎、甲状腺機能障害といった甲状腺良性疾患については、現時点で十分なエビデンスは得られていないと考えられる。

現在、世界の多くの地域では、ヨウ素添加塩によるヨウ素欠乏状態の改善が進められている。その一方で日本は世界でも珍しいヨウ素過剰状態にある地域であり、今後は疫学調査や動物実験等を通じて、ヨウ素充足状況と放射線誘発疾患、特に甲状腺疾患との関連についてのさらなる知見が得られることが必要である。

参考文献


1. Nauman J, Wolff J. Iodide prophylaxis in Poland after the Chernobyl reactor accident: benefits and risks. **Am J Med** 94(5):524-32, 1993.
2. Andersson M, de Benoist B, Rogers L. Epidemiology of iodine deficiency: Salt iodisation and iodine status. **Best Pract Res Clin Endocrinol Metab** 24(1):1-11, 2011.
3. Ashizawa K, Shibata Y, Yamashita S, Namba H, Hoshi M, Yokoyama N, Izumi M, Nagataki S. Prevalence of goiter and urinary iodine excretion levels in children around Chernobyl. **J Clin Endocrinol Metab** 82(10):3430-3, 1997.
4. Hamada A, Takamura N, Meirmanov S, Alipov G, Mine M, Ensebaev R, Sagandikova S, Ohashi T, Yamashita S. No evidence of radiation risk for thyroid gland among schoolchildren around Semipalatinsk Nuclear Testing Site. **Endocr J** 50(1):85-9, 2003.
5. Takamura N, Bebeshko V, Aoyagi K, Yamashita S, Saito H. Ukraine urinary iodine levels; 20 years after the Chernobyl accident. **Endocr J** 54(2):335, 2007.
6. Sekitani Y, Hayashida N, Takahashi J, Kozlovsky AA, Rudnitskiy S, Petrova A, Gutevych OK, Chorniy SA, Yamashita S, Takamura N. Urinary iodine concentrations of pregnant women in Ukraine. **Clin Chem Lab Med** in press.

7. IAEA SS109. Intervention criteria in a nuclear or radiation emergency, International Atomic Energy Agency, Vienna, 1994.
8. WHO. Guidelines for iodine prophylaxis following nuclear accidents, Environmental Health Series, WHO, Copenhagen, 1989.
9. 原子力災害時における安定ヨウ素剤予防服用の考え方について　原子力安全委員会、2002 年 4 月
http://www.nsr.go.jp/archive/nsc/shinsashishin/pdf/3/ho3031.pdf
10. Spallek L, Krille L, Reiners C, Schneider R, Yamashita S, Zeeb H. Adverse effects of iodine thyroid blocking: a systematic review. **Radiat Prot Dosimetry**150(3):267-77, 2012.
11. Noteboom JL, Hummel WA, Broerse JJ, de Vijlder JJ, Vulsma T, van Bekkum DW. Protection of the infant thyroid from radioactive contamination by the administration of stable iodide. An experimental evaluation in chimpanzees. **Radiat Res** 147(6):698-706, 1997.
12. Takamura N, Nakamura Y, Ishigaki K, Ishigaki J, Mine M, Aoyagi K, Yamashita S. Thyroid blockade during a radiation emergency in iodine-rich areas: effect of a stable-iodine dosage. **J Radiat Res** 45(2):201-4, 2004.
13. Cardis E, Kesminiene A, Ivanov V, Malakhova I, Shibata Y et al. Risk of thyroid cancer after exposure to $^{131}$I in childhood. **J Natl Cancer** Inst 97(10):724-32, 2005.
14. Shakhtarin VV, Tsyb AF, Stepanenko VF, Orlov MY, Kopecky KJ, Davis S. Iodine deficiency, radiation dose, and the risk of thyroid cancer among children and adolescents in the Bryansk region of Russia following the Chernobyl power station accident. **Int J Epidemiol** 32(4): 584-91, 2003.
15. Lind P, Langsteger W, Molnar M, Gallowitsch HJ, Mikosch P, Gomez I. Epidemiology of Thyroid Disease in Iodine Sufficiency. **Thyroid** 8(12): 1179-83, 1998.
16. Belfiore A, La Rosa GL, Padova G, Sava L, Ippolito O, Vigneri R. The frequency of cold thyroid nodules and thyroid malignancies in patients from an iodine-deficient area. **Cancer** 60(12): 3096-102, 1987.
17. Huszno B, Szybiński Z, Przybylik-Mazurek E, Stachura J, Trofimiuk M, Buziak-Bereza M, Gołkowski F, Pantoflinski J. Influence of iodine deficiency and iodine prophylaxis on thyroid cancer histotypes and incidence in endemic goiter area. **J Endocrinol Invest** 26 (2 Suppl):71-6, 2003.

18. Ostroumova E, Brenner A, Oliynyk V, McConnell R, Robbins J, Terekhova G, Zablotska L, Likhtarev I, Bouville A, Shpak V, Markov V, Masnyk I, Ron E, Tronko M, Hatch M. Subclinical hypothyroidism after radioiodine exposure: Ukrainian-American cohort study of thyroid cancer and other thyroid diseases after the Chernobyl accident (1998-2000).**Environ Health Perspect** 117(5):745-50, 2009.
19. Kasatkina EP, Shilin DE, Rosenbloom AL, Pykov MI, Ibragimova GV, Sokolovskaya VN, Matkovskaya AN, Volkova TN, Odoud EA, Bronshtein MI, Poverenny AM, Mursankova NM. Effects of low level radiation from the Chernobyl accident in a population with iodine deficiency. **Eur J Pediatr** 156(12):916-20, 1997.
20. Ohshima M, Ward JM. Dietary iodine deficiency as a tumor promoter and carcinogen in male F344/NCr rats. **Cancer Res** 46(2):877-83, 1986.
21. Kanno J, Onodera H, Furuta K, Maekawa A, Kasuga T, Hayashi Y. Tumor-promoting effects of both iodine deficiency and iodine excess in the rat thyroid. **Toxicol Pathol** 20(2):226-35, 1992.
22. Nagataki S, Nyström E. Epidemiology and primary prevention of thyroid cancer. **Thyroid** 12(10):889-96, 2001.

# 第３編　まとめ

## 第1章　調査のまとめ

これまでの人間ドック、集団検診などの成人受診者を対象とした甲状腺の超音波検査の報告についてみると、成人での甲状腺腫瘤の発見率は、18.55%（男性 12.77%女性 27.10%）とされている。また、のう胞に関する超音波検査の報告によると、男性 23.2%、女性 33.5%と、多くの受診者において観察されるとされている。

しかし、これまで国内外を問わず、小児の結果を成人の結果と比較することには問題があるため、今回の結果は、福島での健康調査をはじめとする各地での同様な結果との比較に役立つと考えられる。なお、本事業ではこの様な検診において重要な、装置および設定、検査者などは福島県民調査とほぼ同様な条件で行った。

3 地域の結果をまとめると、異常を認めない A1 が 42.5%、必要としない A2 が 56.5%と、二次検査を必要としない A 判定が 99%を占めた。また、5.1mm 以上の結節や 20.1mm 以上ののう胞を認める B 判定は 1.0%であった。さらに直ちに二次検査を必要とする C 判定は 4,365 名中 1 名も認めなかった。具体的に B 判定となったものについてみると、全て 5.1ｍｍ以上の結節であり、20.1ｍｍ以上ののう胞は見られなかった。

成人での調査と比べて、のう胞が多く認められた理由は不明である。一方、いわゆるのう胞以外の結節性病変が 1.0%で見つかったが、これはこれまで、成人で報告されてきた 13～27%と比べ、大変低い率となっている。

データの解釈についての注意点は、6 歳未満の対象者が少なく一般的な我が国の人口構成比とやや異なることである。第 1 編第 2 章考察で述べたように、6 歳未満では有所見率が低いことが知られており、我が国の年齢構成を考慮した解釈が求められる。また、他のバイアスとしては、地域の地理的な立地、一部の学校で行ったこと、対象者の社会的背景を考慮できていないことなどが考えられる。

この調査では、有所見率に影響を与えうる因子について、十分な調整が行えなかったことから、3 地域間での比較は慎重にならざるを得ない。一方、こうした規模の対象者に甲状腺超音波検査を行う試みは、これまでに世界に例をみず、我が国の子どもの甲状腺に関する知見として、相応の妥当性を有するとともに、甲状腺疾患の診断・治療に有用な示唆を与えうるものと思慮する。また、本調査の契機となった福島県民調査の取組においても、積極的な活用が期待されるものである。

ヨウ素と甲状腺疾患の関連については、これまで多くの報告があり、今回の事業でも、文献的検討を行った。それによると、ヨウ素欠乏と放射線誘発甲状

腺疾患、特に甲状腺がんの発症についての関連については、ヨウ素欠乏状態は、放射線誘発甲状腺がんのリスクを高めることが多くの調査によって示されていることが確認されたが、ヨウ素充足状況と甲状腺腫、甲状腺腫大、甲状腺炎、甲状腺機能障害といった甲状腺良性疾患については、現時点で十分な証拠が得られていないと考えられる。

## 第２章　今後の課題

この事業では、福島と離れた 3 地域を対象に、超音波検査により見つけられた甲状腺結節性疾患の頻度について調査を行ったが、第一に、一般的に甲状腺疾患と関連が深いとされるヨウ素摂取量との関連について調査することが困難であった点が挙げられる。本事業では、調査実施期間が限定されていたため、対象者のヨウ素摂取量を調査し、甲状腺結節性疾患との関連を検討可能な研究デザインを設計することが出来なかった。

次に、本調査後の問題としてあげられるのは、調査研究に参加いただいた方の中で 2 次検査となった B 判定の 44 名（全体の 1.0%）の方への対応である。これらの方には、結果通知書や所見用紙の送付に加え、各地域の検査実施機関等甲状腺を専門とする医療機関への受診の便宜を図った。今後、これらの方の転帰については追跡を行うことが重要である。

なお、この調査にご協力いただいた対象者には、説明会や事前の問い合わせ窓口を設けた上で研究参加へのご承諾をいただき、検査後には、結果通知書、所見用紙、説明書、今後の連絡先などを送付したうえで、学校等の依頼に基づき地域で説明会を開いている。また、精密検査の必要のない A2 判定となられた方には、のう胞による場合と結節による場合に分けて、検査結果通知書の作成・送付を行った。さらに、ホームページを通じて日本乳腺甲状腺超音波医学会の相談窓口を周知するといった対応を講じた。これらの対応を通じて、特に B 判定の方に適切な診療の機会を提供するとともに、対象者全体の不安・心配の軽減につながるよう、各地域の検査実施機関と連携のうえ、引き続き配慮していきたい。

最後に、今回の調査事業は、多くの大学、学校、さらに検査を受けられた方のご協力により成り立っているものであり、ここに厚く御礼を申し上げたい。この事業の成果が、福島をはじめとした被災地の復興の一助となることを期待する。

# 参 考 資 料

参考資料１：**甲状腺結節性疾患有所見率等調査委員会**

## １．甲状腺結節性疾患有所見率等調査委員会の開催

（１）第１回甲状腺結節性疾患有所見率等調査委員会

日　　時：平成24年12月1日(土)　16:00～17:30

場　　所：福岡

議　　題：１．業務内容について

２．長崎大学における検査実施中間報告

３．各大学における今後の検査実施予定

４．文献調査について

５．今後の予定

検討内容：

１．業務内容について

・事前に各委員から了承を得ていた調査実施計画および判定基準ワーキンググループの設置について最終確認を行った。

２．長崎大学における検査実施中間報告

・長崎大学における検査スケジュール、実施方法ならびに検査進行状況の中間報告が行われた。

・検査結果の通知方法については、福島で行っている県民健康管理調査で使用しているものをベースにし、今後、委員会で検討を行うことが確認された。

３．各大学における今後の検査実施予定

・弘前大学、山梨大学、長崎大学での今後の検査予定および現在の進行状況について確認した。

４．文献調査について

・ヨウ素摂取量と甲状腺の放射線ヨウ素摂取量の関連に係る海外の文献調査について、11件の候補を挙げ、そのうち3つの文献について翻訳およびまとめを行う事を確認した。

５．今後の予定

・各地域での超音波検査が終了後、データ集計および分析を行う。

（2）第 2 回甲状腺結節性疾患有所見率等調査委員会

日　　時：平成25年2月23日(土)　15:00～18:00

場　　所：東京

議　　題１．データ集計結果報告

２．甲状腺検査結果判定および報告方法について

３．甲状腺検査結果の公表手順について

４．有所見率調査における画像の提供の方針について

５．説明会開催方法について

６．報告書骨子（案）について

７．文献調査について（報告）

８．今後の予定について

検討内容：

１．データ集計結果報告

・記述統計に絞った3地域合計および各県別の甲状腺超音波検査の概要等の報告がなされた。

・調査対象者（検査同意者）は全部で4,365人、男女比はほぼ同じであり、年齢区分・性別による判定割合もほぼ同じ傾向が見られたが、各県別で、多少のばらつきも見受けられた。

２．甲状腺検査結果判定および報告方法について

・甲状腺検査結果の判定の基準について、何の基準に基づいて行っているかを明記した方がいいとの提案がなされ、調査結果をまとめるJABTSホームページ上で、「福島県での基準（または学会の超音波ガイドブックの基準）に準じて行っている」旨を言及することが了承された。

３．甲状腺検査結果の公表手順について

・本調査結果と福島県データとの比較をすることは、本委員会の目的ではないので行わない。

・今後、本調査の結果をベースにして発表・論文執筆を行う場合、本調査の公表されていないデータを利用する場合には委託元への成果利用願が原則、必要となるが、個別データは各大学での保管となっているので、それらを元にして論文等の執筆を行う場合は委託元への届出の必要はないことが確認された。

４．有所見率調査における画像の提供の方針について

・画像については、静止画が一般的であり、動画は検査者が必要と判断

した対象者に対してのみ保存したことを超音波検査資料請求用紙に明記することを確認した。

５．説明会開催方法について

・3月に長崎（幼稚園、小中学校）および弘前（幼稚園、小中学校、高校）で説明会を開催するが、時間は1時間程度、また、その時に使用する説明用スライドは各地域での結果以外は共通のものを使用することが確認された。

・学校側の都合により説明会を行わない山梨では、検査結果通知に、地域の結果についてはJABTSホームページに掲載する旨および問い合わせ先のメールアドレスを記載することで対応することが確認された。

６．報告書骨子（案）について

・成果報告書の章立ておよび執筆担当を決定し、執筆スケジュールの確認を行った。

3月27日開催予定の本委員会で最終確認を行い、承認を得ることとした。

７．文献調査について（報告）

・「ヨウ素摂取量と甲状腺の放射線ヨウ素摂取量の関連に係る国内外の文献調査」について、第1回の本委員会で了承を得た3本の論文について翻訳およびそのまとめを行うこととするが、解説として「乳頭がんの診断結果は現在の診断基準にはもとづいていない」との注釈を入れることとした。

８．今後の予定について

・本調査事業は3月末で終了するが、4月以降の対象者等からの問い合わせについては、JABTSが窓口をつとめることとする。

・今後、本調査結果について英語の論文を発表することとする。

（３）第 3 回甲状腺結節性疾患有所見率等調査委員会

日　　時：平成 25 年 3 月 27 日(土)　17:00～19:00

場　　所：東京

議　　題：１．報告書原稿（案）について

２．疫学解析最終報告

３．疫学解析法の検討

１．報告書原稿（案）について

・成果報告書(案)について最終確認を行った。

２．疫学解析最終報告

・疫学解析について最終報告が行われた。

３．疫学解析法の検討

・疫学的知見からの年齢校正（補正）等に関し、検討が行われた。

## ２．甲状腺結節性疾患有所見率等調査判定基準ワーキンググループの開催

（１）第１回甲状腺結節性疾患有所見率等調査判定基準ワーキンググループ

日　　時：平成24年12月1日(土)　17:30～19:00

場　　所：福岡

議　　題：１．長崎地域の判定困難事例について

検討内容：

１．長崎地域の判定困難事例について

・長崎地域の幼稚園および小学校で実施された超音波検査における判定困難事例が紹介され、各事例の判定を行った。

（２）第２回甲状腺結節性疾患有所見率等調査判定基準ワーキンググループ

日　　時：平成25年1月5日(土)　15:30～16:30

場　　所：東京

議　　題：１．各地域の判定困難事例について

２．その他

検討内容：

１．各地域の判定困難事例について

・青森地域、山梨地域、長崎地域の幼稚園、小学校、中学校で実施された超音波検査における判定困難事例が紹介され、各事例の判定を行った。

２．その他

・超音波検査のデータについては、各大学（弘前大学、山梨大学、長崎大学）で保管することが確認された。

（３）第３回甲状腺結節性疾患有所見率等調査判定基準ワーキンググループ

日　　時：平成25年2月9日(土)　15:00～18:15

場　　所：東京

議　　題：１．各地域の判定困難事例について

２．結果報告方法について
３．有所見率調査における画像の提供の方針について
４．説明会開催方法について

検討内容：

１．各地域の判定困難事例について

・青森地域、山梨地域、長崎地域の幼稚園、小学校、中学校、高校で実施された超音波検査のうち検査実施機関での判定が困難な事例について、委員合議のもと、各事例の判定を行った。

２．結果報告方法について

・超音波検査の結果について、よりよく理解して頂くために、甲状腺の結果についてのお知らせ（結果通知）とともに、甲状腺検査のQ&Aや判定基準のリーフレットを同封することし、その内容については第２回調査委員会で審議することとする。

３．有所見率調査における画像の提供の方針について

・対象者からの請求に基づき、超音波検査画像の提供を行う。
・対象者からの画像請求窓口については、JABTSまたは各大学で行うこととし、郵送する画像のフォーマットは各大学に任せることとする。
・個人情報であるため、画像の提供に際しては、本人（保護者）確認を十分に注意して行うことが再確認された。

４．説明会開催方法について

・長崎、弘前については、説明会の要望があり、開催予定である。
・説明会は1時間程度で、各地域の検査結果データを用いて行うことにしたい。
・全体結果については、集計が完了後、ホームページで掲載することにしたい。

上記 2～4 の 3 項目については、甲状腺結節性疾患有所見率等調査委員会に意見をあげることとした。

参考資料２：委員会等委員名簿

甲状腺結節性疾患有所見率等調査委員会
委　員　名　簿

平成２４年１２月 現在
（敬称略・五十音順）

| | | |
|---|---|---|
| 委員長 | 谷口　信行 | 自治医科大学医学部臨床検査医学教授 |
| 委　員 | 赤水　尚史 | 和歌山県立医科大学第一内科学講座教授 |
| 〃 | 今泉　美彩 | 公益財団法人放射線影響研究所臨床研究部研究員 |
| 〃 | 大津留　晶 | 公立大学法人福島県立医科大学医学部<br>放射線健康管理学講座教授 |
| 〃 | 貴田岡正史 | 公立昭和病院内分泌・代謝内科部長 |
| 〃 | 志村　浩己 | 山梨大学医学部環境内科学講座特任准教授 |
| 〃 | 鈴木　眞一 | 公立大学法人福島県立医科大学医学部<br>器官制御外科学講座教授 |
| 〃 | 高村　　昇 | 長崎大学大学院医歯薬学総合研究科放射線医療科学<br>専攻国際保健医療福祉学研究分野教授 |
| 〃 | 山下　俊一 | 公立大学法人福島県立医科大学副学長 |

甲状腺結節性疾患有所見率等調査
判定基準WG委員名簿

平成24年12月 現在
（敬称略・五十音順）

| | | |
|---|---|---|
| 主　査 | 谷口　信行 | 自治医科大学医学部臨床検査医学教授 |
| 委　員 | 赤水　尚史 | 和歌山県立医科大学第一内科学講座教授 |
| 〃 | 志村　浩己 | 山梨大学医学部環境内科学講座特任准教授 |
| 〃 | 鈴木　眞一 | 公立大学法人福島県立医科大学医学部<br>器官制御外科学講座教授 |
| 〃 | 高村　　昇 | 長崎大学大学院医歯薬学総合研究科放射線医療科学<br>専攻国際保健医療福祉学研究分野教授 |
| 〃 | 緑川　早苗 | 立大学法人福島県立医科大学放射線健康管理学講座<br>講師 |

参考資料 3：ヨウ素摂取量と甲状腺の放射性ヨウ素摂取量の関連に係る文献

## ロシア・Bryansk 州の小児および青年男女を対象とした、チェルノブイリ原発事故発生後における甲状腺がんのリスク、ヨウ素欠乏、さらに被ばく線量との関連についての検討

Shakhtarin VV, Tsyb AF, Stepanenko VF, Orlov MY, Kopecky KJ, Davis S. Iodine deficiency, radiation dose, and the risk of thyroid cancer among children and adolescents in the Bryansk region of Russia following the Chernobyl power station accident. **Int J Epidemiol** 32(4):584-91, 2003.

**背景：**ヨウ素欠乏と放射線被ばくが甲状腺がんのリスクに複合的影響を及ぼしているかどうかについての知見はほとんど得られていない。また、従来の文献では、ヨウ素欠乏がチェルノブイリ原発事故発生後における放射線誘発性甲状腺がんのリスクの修飾要因になるどうかに関する疫学研究の結果は報告されていない。

**方法:**ロシア全土のうち放射能汚染被害が最も大きかった Bryansk 州に存在する 75 の地区から、研究コホートとして 3,070 名（6～18 歳 2,590 名、成人 480 名）を抽出した。1996 年に採尿と尿中ヨウ素濃度の測定を行い、ヨウ素欠乏状態を行政単位（地区）別に推定した。1968 年から 1986 年までの間に出生し、かつ 1986 年 5～6 月に研究対象地域に在住していた者の中から甲状腺がん患者全員を特定した（34 名は組織診で確認）。甲状腺被ばく線量と尿中ヨウ素濃度を推定し、甲状腺がんのリスクとの関連を検討した。

**成績：**甲状腺がんの過剰相対リスク（excess relative risk：ERR）と甲状腺被ばく線量の増加との間には有意な相関、尿中ヨウ素濃度との間には逆相関がそれぞれ見出された。また、ヨウ素欠乏と放射線被ばくによる甲状腺がんのリスクへの複合的影響も認められた。ヨウ素摂取量が極端に少ない地域における被ばく線量 1Gy あたりの ERR は、ヨウ素摂取量が正常な地域の約 2 倍高かった。

**結論：**今回得られたデータより、放射線被ばくによる甲状腺への影響を軽減するためには、チェルノブイリ原発事故被害地域における住民のヨウ素欠乏状態を是正することが肝要と考えられた。本研究で得られた所見は、個人レベルの研究で裏づけられれば、放射性ヨウ素によって被ばくした地域住民に対して安定ヨウ素剤の予防投与を実践するうえで大きな意義をもつであろう。

**キーワード：**甲状腺がん、放射線、放射性ヨウ素、ヨウ素欠乏、チェルノブイリ

## ヨウ素摂取状況と放射性ヨウ素による被ばくリスクとの関連：チェルノブイリ長期追跡研究のワークショップからの報告

ウクライナとベラルーシは、ヨウ素摂取量がある程度不足している地域とみなされていると同時に、1986 年 4 月 26 日に発生したチェルノブイリ原発事故に伴い甚大な放射能被害を受けた国でもある。2000 年 11 月 17 日に、小児期に被ばくしたコホートを対象とした甲状腺疾患の発症に関するワークショップをウクライナ、ベラルーシ、米国の 3 国共同で開催した。この際、「当該地域におけるヨウ素摂取状況に関する知見」「この状況が放射線誘発性甲状腺腫瘍のリスクに影響を与えている可能性とその程度」「今回の長期研究でヨウ素摂取状況を調査する必要性およびその方法」をそれぞれ検討したので、その概要について報告する。1986 年当時のヨウ素摂取状況に関する正確な情報は得られなかったが、当該地域での軽度の小児甲状腺腫の有病率からヨウ素欠乏状態の可能性が示唆され、1990 年に開始された尿中ヨウ素濃度測定のデータより、当該地域の住民が軽度ないし中等度のヨウ素欠乏状態であることが示された。ヨウ素欠乏状態によって 1986 年に甲状腺での放射性ヨウ素取込率が上昇し、甲状腺体積が増大していれば、甲状腺被ばく線量への影響は緩和されていたものと思われる。線量を改めて推定するためには、こうしたパラメーターに関する知見を得ることが必要である。さらに問題視すべき点は、原発事故発生後の年月におけるヨウ素欠乏の潜在的意義である。理論上、このヨウ素欠乏によって甲状腺の細胞が活性化すれば、腫瘍発現のリスクも高まるであろう。しかし、この点を裏づけるようなエビデンスは実験、臨床経験のどちらからも得られていないに等しい。とはいえ、コホートでのヨウ素摂取状況を地域性や経年変化と関連づけながらモニタリングすることには意義があるものと考えられたことから、これを実践するための方法を検討した。

### 序　文

ウクライナ北部、ベラルーシ南部、さらにロシア連邦のうちこれらに隣接する地域の住民は、1986 年 4 月 26 日に発生したチェルノブイリ原発事故で飛散した放射性ヨウ素に曝露し、結節性甲状腺腫や甲状腺がんのリスクに晒された。1990 年初頭には、小児甲状腺がんの発生率の上昇が認められた（1）。これを受けて、国立がん研究所（National Cancer Institute）では、このリスクを定量的に検討するための好機と考え、当時のソ連政府（後にウクライナ政府およびベラルーシ政府）と共同で、放射線誘発性甲状腺がんのリスクが最も高い集団、すなわち小児の大規模コホートを対象とした前向き研究に着手した（2）。この地方では、ヨウ素欠乏が報告されており、食事中へのヨウ素補給は 1991 年のソ連崩壊時の数年前に行われなくなっていた。ヨウ素摂取による放射線誘発性甲状腺がんのリスクへの影響が考えられたことから、本研究の実施計画には、ヨウ素摂取状況の指標として尿中ヨウ素濃度の測定が含まれていた。しかし、その測定を原発事故発生後 11 年目になって開始することに意義があるかどうかが疑問視された。2000 年 11 月 17 日にメリーランド州ロックビルで開催されたワークショップでは、「当該地域における原発事故発生当時およびそ

の後のヨウ素摂取状況についてどのような知見が得られているか」「ヨウ素摂取は、放射性ヨウ素による被ばく当時およびその後長期でみた甲状腺がん発生のリスクにどの程度の影響を及ぼすか」「甲状腺に関する研究でヨウ素摂取状況を調査する必要はあるのか、もしあれば、その調査方法とは何か」という点について検討したので、その概要を以下に報告する。

## ウクライナとベラルーシでのヨウ素摂取状況

当該地域では甲状腺腫の有病率が高かった。1940 年代後期での土壌および水のヨウ素濃度に関するデータより、甲状腺腫の要因の大半はヨウ素欠乏にあるものと考えられた（3）。ウクライナ北部 Volyn 州での甲状腺腫の有病率は成人で 31%、学童児で 48%であったが、ヨウ素剤を供給してから 5 年後の 1951 年にはそれぞれ 20%と 27%まで低下した（3）。Aber（4）は、小児甲状腺腫が「第 6 次五ヵ年計画」の実施期間中に「消滅」するであろうという楽観的な見解を 1958 年に示した。1960 年代後期にはウクライナで地方病性甲状腺腫の有病者が皆無になったとされているが（4, 5）、ヨウ素補給あるいはヨウ素剤の供給に対する配慮は控えめながら続いていた。1990 年までに、食卓塩の半数はヨウ素無添加となった。甲状腺腫発生率は毎年上昇していたが、有病率に関するデータは得られていない。ベラルーシのゴメリでは、1957 年の甲状腺腫有病率は成人で 14%、学童児で 21%であったが、1985 年にかけて低下した後、1986 年に上昇に転じた（5）。甲状腺腫の発生率については、1970 年から 1990 年まで 10 年ごとに上昇したとの報告があるものの、その期間の有病率に関するデータは得られていない。いずれの報告でも、原発事故が発生した 1986 年にウクライナとベラルーシでの甲状腺腫の有病率が上昇の一途をたどっていたことに限っては言及されているが、その有病率がどの程度であったのかは不明である。1986 年から 1990 年の間に尿中ヨウ素濃度測定に関する調査結果が報告されることはなかったものと思われる。

1990 年初頭に、チェルノブイリ地域住民の尿中ヨウ素濃度が複数の研究グループによって調査された。Bolshova ら（6）は、ウクライナ北部の小児 100 名を対象とした尿中ヨウ素濃度に関する調査結果を報告している。検体は、29 名分が 24 時間尿、残りが随時尿であった。濃度の中央値は 50μg/L であった。Ashizawa ら（7）は、ウクライナ、ベラルーシ、さらにロシアのチェルノブイリ近隣地域の小児 5,710 名を対象とした 1991 年から 1996 年までの調査結果を報告している。5 地域の住民から採取した随時尿でのヨウ素濃度の中央値は 39～177μg/L であった。ベラルーシで 1990 年から 1994 年にかけて小児 1,680 名の随時尿で測定したヨウ素濃度（8）、また同国で 1995 年から 1998 年にかけて小児 11,562 名の随時尿で測定したヨウ素濃度(9)は互いに近似しており、その中央値は地域によって 27～113μg/L であった。ベラルーシの全ての州でのヨウ素欠乏状態は、ICCIDD、WHO、UNICEF のいずれの判定基準でも「軽度」ないし「中等度」に該当する（10）。尿中ヨウ素濃度の中央値が 100μg/L 以上であれば、ヨウ素摂取状態は適正と判断される。しかし、50～99μg/L では軽度のヨウ素欠乏、20～49μg/L では中等度のヨウ素欠乏、20μg/L 未満では高度のヨウ素欠乏との判断がそれぞれ下される（10）。注目すべき点として、

ゴメリ州では、チェルノブイリ原発事故発生後での小児甲状腺がんの有病率がベラルーシ国内で最も高かったにもかかわらず、ヨウ素欠乏が他の地域に比べて軽度であるものと思われる。Ashizawa ら（7）のゴメリ州での尿中ヨウ素濃度に関する研究ではヨウ素摂取量が適正であることが示されているのに対し、Mityukova ら（8）や Arinchin ら（9）は軽度のヨウ素欠乏状態であったとの見解を報告している。

この後者 2 件の研究では、小児でのヨウ素欠乏状態を示すもうひとつの指標として、甲状腺腫の有病率（甲状腺腫大）についても検討している。ICCIDD、WHO、さらに UNICEF の基準によれば（10）、学童児の甲状腺腫の有病率が 5%未満の場合、その地域でのヨウ素摂取状態は適正と判断される。しかし、5～19.9%では中等度のヨウ素欠乏、20～29.9%では中等度のヨウ素欠乏、30%以上では高度のヨウ素欠乏との判断がそれぞれ下される。甲状腺腫の有病率、血清中サイログロブリン濃度の上昇のどちらも、ヨウ素欠乏を示す指標として長年にわたり使用されてきた（10）。Ashizawa ら（7）は、超音波検査で確認された甲状腺腫の有病率を 18～54%と報告しているが、Arinchin ら（9）が報告した有病率は 6～28%である。彼らの研究によれば、ゴメリ州での有病率はそれぞれ 22%と 6%である。Arinchin らの研究では、欧州で 1997 年の WHO の判定基準に従って得られたデータが使用されている（11）。その後行われた研究では、「作業の技術的違いにより、ヨウ素が充足している小児の甲状腺容積に関するデータが実際よりも一貫して高めに推定されている」との結論が下された。したがって、暫定的な「補正係数」0.346 でデータを調整する必要がある（12）。チェルノブイリ地域での甲状腺腫の有病率も、ヨウ素摂取状況が適正で、かつ甲状腺容積が年齢相応に正常であるかどうかによって左右される。Ashizawa ら（7）の研究対象となった者は、おそらくこの条件に該当したものと思われる。Arinchin ら（9）の報告によれば、触診で確認された甲状腺腫の有病率は 23～44%、ゴメリ州での有病率は 23%であった。

今回のワークショップでは、1997 年初頭にウクライナとベラルーシのコホートから採取した随時尿でのヨウ素濃度も予備的なデータとして提示された。その詳細については、このコホート約 25,000 名を対象とした尿中ヨウ素濃度測定が 1 クール終了してから報告する予定である。これまでに得られたデータは、上記のデータにきわめて近似している。このコホート研究の対象地域の特徴は、軽度ないし中等度のヨウ素欠乏がみられることである。地域の多くは中等度のヨウ素欠乏状態にあるが、ゴメリ州に限ってはヨウ素欠乏状態が軽度である。ウクライナ、ベラルーシともに、尿中ヨウ素濃度は都市部の住民よりも農村部の住民のほうが低めの傾向を示している。また、その数値には季節性の変動がみられる。一部の地域については、ヨウ素摂取状況の改善傾向を示唆するエビデンスが得られている。両国ともに、ヨウ素を添加した食卓塩を近来普及させることが望まれる。

### ヨウ素摂取と甲状腺腫瘍の発生との関連

ヨウ素摂取は、2 つの作用によって、放射性ヨウ素への曝露による甲状腺腫瘍または甲状腺がんの発生リスクに影響を及ぼすものと考えられる。ひとつは

甲状腺被ばく線量への影響、もうひとつは被ばくに対する反応の変化である。このうち前者は、被ばく後数時間または数日のみ持続する短期的作用、後者は被ばくした個人の生涯にわたって持続する長期的な作用である。通常「甲状腺腫瘍の発生」という表現を使う時には、甲状腺の良性腫瘍だけでなく悪性腫瘍の発現も意味している。というのは、どちらについても甲状腺外部被ばくによって発現することが認識されているからである（13）。

ヨウ素摂取による甲状腺被ばく線量への影響は、どちらかといえば直接的である。甲状腺外部被ばくに関する多くの研究では、甲状腺腫瘍の発現と甲状腺被ばく線量との間に直接的な関連があること、また年齢や性がその修飾要因になることがそれぞれ証明されている（14）。但し、外部被ばくや放射性ヨウ素（特にヒトにおける $^{131}$I）による甲状腺被ばく線量への相対的な影響は不明である（15）。これは、今回のコホート研究の意義を表している。しかし、内部被ばくの検討材料としては、ヨウ素摂取状況の影響を強く受ける別の生物学的パラメーターが存在する。具体的には、甲状腺での放射性ヨウ素取込率への影響や甲状腺容積への影響が含まれるが、被ばく線量に対する反応への影響もこれに当てはまる可能性がある。原発事故後に飛散する放射性ヨウ素の壊変速度が核種によって大きく異なることについては知られている（16）。どの核種にせよ、生物学的パラメーターから受ける影響の機序は厳に共通しているわけではないが、その生物学的パラメーター自体は同一であろう。

放射性ヨウ素による被ばく線量は、経口摂取あるいは吸入した放射性ヨウ素の量、さらに甲状腺での放射性ヨウ素の取込率および滞留時間にそれぞれ正比例するが、放射性核種が蓄積する甲状腺の容積とは反比例の関係を示す。ヨウ素欠乏および甲状腺ホルモン産生量の減少傾向があると、甲状腺機能の恒常性を維持するためにいくつかの調整作用が働く。具体的には、取り込み率の上昇に伴う被ばく線量の増加や、甲状腺容積の増大に伴う被ばく線量の減少があげられる。どちらの変化も、ヨウ素摂取量が少なければ緩慢に現れる（17）。ヨウ素欠乏が是正されれば、ヨウ素摂取量は増加し、甲状腺での放射性ヨウ素取込率も正常に復する。しかし、甲状腺腫は完全に消退しないことが多い。ヨウ素欠乏は、甲状腺での放射性ヨウ素の滞留時間が短い要因にもなる。$^{131}$I の半減期は 8 日ではあるが、通常、放射線核種の半減期は壊変速度に比べると大幅に長い。したがって、放射性ヨウ素の滞留時間の意義は、甲状腺での放射性ヨウ素取込率や甲状腺容積に比べるとはるかに低い。

ヨウ素摂取量が甲状腺での被ばくに対する反応に影響するかどうかについては不明な点が多く、データは動物実験で得られたものに限られている。これらの研究の多くは、TSH 分泌を亢進させるための追加的方法あるいは代替方法として、抗甲状腺薬を単独で使用しているか、抗甲状腺薬と低ヨウ素食を併用している。ヨウ素欠乏は、TSH の高値から甲状腺細胞の肥厚や過形成をもたらす（18）。ヨウ素が大量かつ長期にわたり欠乏したラットでは、乳頭がんを含む各種甲状腺腫瘍の発現が認められている（19, 20）。甲状腺葉部分切除も、TSH の高値から腫瘍の発現をもたらす（21, 22）。ラットとマウスに放射性ヨウ素を投与した実験では、甲状腺腫瘍の発現が認められており（23）、その発現量は TSH の上昇幅によって左右されていた（Nadler らの既報 [23] 等を参照）。

こうした実験の大半は短期で終了していた。甲状腺刺激を照射後に開始したのは件（24）に限られており、しかもその間隔はわずか 24 時間であった。当方が知る範囲内では、被ばく後に $^{131}I$ と低ヨウ素食を併用した動物実験に関する結果は報告されていない。

これらの動物実験のデータを被ばくしたヒト、特にチェルノブイリの住民に外挿することは難しい。動物実験で作られたヨウ素欠乏状態は、通常比較的高度であり、抗甲状腺薬の使用頻度は高い。また、齧歯類に発現した甲状腺腫瘍は、被ばくしたヒトに発現することの多い乳頭がんとは異なることが多い（25）。しかも、こうした実験の期間は前記のとおり短い。しかし、被ばく者を対象とした 1 件の研究では、無制限の甲状腺刺激が転帰に影響を与える可能性が示唆されている。Fogelfeld ら（26）は、良性の結節性甲状腺腫のため甲状腺葉部分切除を受けた者を対象とした研究で、甲状腺ホルモン補充療法を受けていなかった者の甲状腺結節の数が甲状腺ホルモン補充療法を受けていた者よりも有意に多いことを見出した。甲状腺がんの発現に関する有意差は認められなかったが、この所見および動物実験の結果は、被ばく後長期間のヨウ素摂取が甲状腺がんのリスクに影響する可能性を安易に除外できないことを示唆している。理論上は、甲状腺被ばくによって細胞分裂が亢進すれば、遺伝子複製エラーが生じ、発がん遺伝子の増加あるいはがん抑制遺伝子の減少につながるおそれが出てくる。また、甲状腺細胞に対する刺激が長期化すると、被ばくに対する甲状腺細胞の反応の程度に影響する別の変化が惹起される可能性がある。但し、この推測を十分に裏づけるような実験によるエビデンスは得られていない。

ヨウ素摂取と甲状腺新生物のリスクとの関連については多くの臨床試験で検討されているが、これらと甲状腺被ばくとの関連については検討されていない。ヨウ素欠乏が結節性甲状腺腫のリスクを高めることについては十分に実証されている（Gutekunst ら［27］の既報等を参照）。また、ヨウ素欠乏状態が著明な地域で甲状腺濾胞がんの発現率が甲状腺乳頭がんよりも高いことについても、きわめて多くの研究で明らかにされている。ヨウ素摂取状態が異なるシチリア島の 2 地域での甲状腺がんの発生率を推定した研究では、ヨウ素欠乏状態が著明な地域で濾胞がんと未分化がんの発現率が高く、これに対して乳頭がんの発現率が低めであることが見出された（28）。また、ヨウ素摂取量の多い者で乳頭がんの発現率が高いことを明らかにした複数の研究も存在するが（29〜31）、この点について結論が一定していない研究報告もある。有用な研究データが限られている原因として、ヨウ素摂取に関するデータが不十分であること、地域住民間の比較方法に関する妥当性が確実ではないこと、ヨウ素摂取状況の変動が影響していること、さらにその他の因子（放射線被ばく等）があげられる。以上の研究結果全般を勘案すると、ヨウ素欠乏状態は結節性甲状腺腫や甲状腺濾胞がんのリスクを高める要因になるが、ヨウ素摂取量が十分あるいは過剰であれば、甲状腺乳頭がんや多くの自己免疫性甲状腺疾患のリスクが高まるものと考えられる。ヨウ素摂取が甲状腺新生物のリスクに影響していることは明らかである。したがって、長期の追跡研究でこの点について入念に観察することは必要である。

本研究のコホートを対象としたヨウ素摂取状況の検討

冒頭の要約にも記したが、今回のコホートを対象とした原発事故発生当時のヨウ素摂取状況に関する正確な情報は得られていない。しかし、その状況は当時からほぼ変わっていないものと思われる。したがって、ヨウ素摂取状況が大量被ばく地域とほぼ同等である領域の住民を対象とした、年齢を考慮した甲状腺体積に関する最新のデータを利用することは賢明といえる。ヨウ素を添加した食塩が大幅に増えるものと見込まれたことから、そのデータを収集することは急務であった。この場合、甲状腺での放射性ヨウ素取込率に関する知見はあまり重要ではない。というのは、コホートの採用に際しての要件として、全員が原発事故発生後に甲状腺放射能検査を受けていなければならなかったからである。このパラメーターは、線量を改めて推定することに利用されている（32）。もうひとつの重要な点は、甲状腺での放射性ヨウ素の取込みを抑止する目的で、事故発生後短期間のうちに高用量のヨウ化カリウム（KI）が投与されているかどうかということである。KI の投与は不定期であったが（33）、コホート全員を対象とした線量に関する調査では大きな意義をもつ。コホートのスクリーニングでは、触診および超音波検査による甲状腺容積の測定、過去のヨウ素摂取状況の指標として血清中サイログロブリン濃度の測定、さらに現時点のヨウ素摂取状況の指標として随時尿でのヨウ素濃度の測定をそれぞれ実施した。ワークショップでは、この点において、「現時点のヨウ素摂取に関する当初の評価方法は適切であったか」「今後のコホート研究でこの評価を継続するのであれば、その方法に変更を加える必要はあるか」という点を検討した。

随時尿でのヨウ素濃度は、地域住民のヨウ素摂取状況の指標として唯一最も有用である。その理由は、摂取されたヨウ素の 90%以上は最終的に尿中排泄されること、検体が現地で採取しやすいこと、さらに分析が安価かつ簡便に行えることにある（10）。また、尿中ヨウ素濃度のデータは、ヨウ素の過剰や欠乏の状態を反映する。地域住民を対象とした調査の目標は、対象となる地域住民の代表的標本を抽出し、妥当性や適切な精度を維持しながら可及的少ない人数で実施することである。そのひとつの方法は、調査地点（学校等の）の一覧表から 30 の調査地点あるいは集落を住民数で調整しながら選び、さらに 1 地点あたり 10～30 名の標本を無作為に抽出する。この方法で地域住民でのヨウ素摂取状況を評価するための基準は、数多くの研究で策定されている（34, 35）。

検体を採取する前に、個人レベルではなくコホート全体でのヨウ素摂取量の平均値を算出しておいてもよいであろう。しかし、コホートレベルのデータをリスク分析に使用するうえでの有用性は限られるものと思われる。したがって、使用に際しては注意が必要である。一方、個人レベルのデータを用いると、真値と従属的関係をもつ指標値を使用しない限り、正確な結論に至らないことがある（36）。ヨウ素摂取状況や甲状腺機能の評価でコホートレベルのデータを用いると「バークソンのバイアス」として知られる一種の測定誤差が生じる。推定上の線量反応関係が線形を示す場合、被ばくの影響に関する推定値でバラツキが多くなることはあっても、バイアスが生じることはほぼ皆無である。今回のコホートでは、古典的な測定誤差はおそらく対処できているものと思われる。この場合、リスク測定に誤差が生じるかどうかは、随時尿でのヨウ素濃度

測定値と真値との間にどの程度の測定誤差が生じるかによって左右される。

24 時間尿を用いた測定のほうが真値に近いデータを得られるであろうが、特にこれを現地の条件下で大規模集団を対象として実施することは難しい。この他では、空腹時に採取した尿検体の使用によって測定誤差を減らせるかどうかについても一考の余地がある。これは、Thomson ら（37）の研究で下された結論であった。彼らは、空腹時に採取した尿検体でのデータと 24 時間尿でのデータとの相関が随時尿でのデータとの相関に比べて良好であることを明らかにした。デンマークで近年行われた研究では、24 時間尿でのヨウ素濃度の測定値と、同日の随時尿で得られた 3 項目の推定値（ヨウ素濃度、クレアチニン 1g あたりのヨウ素濃度、クレアチニンの尿中排泄量の推定値で調整したヨウ素・クレアチニン比）との比較が行われた（38）。それによれば、24 時間尿での測定値に最も近かったのはヨウ素・クレアチニン比であったが、尿 1L/day たりのヨウ素濃度を 1.5L/day（成人から採取した 24 時間尿の平均値）に当てはめると 24 時間目で記録した測定値に近似した。随時尿でのヨウ素濃度測定は大集団の疫学的研究には適している。個人レベルの調査では、クレアチニン濃度を関連づけることが望ましい。但し、栄養状態全般が不良であると、尿中クレアチニン濃度が低下し、ヨウ素・クレアチニン比が人為的に上昇する可能性があるので注意が必要となる。

## 結　論

放射性ヨウ素への被ばく時でのヨウ素摂取状況は、甲状腺被ばく線量に大きく影響する。これは、甲状腺での放射性ヨウ素取込率や甲状腺容積が影響を受けるからである。

放射性ヨウ素への被ばく後にヨウ素欠乏が生じ、その結果として TSH が上昇すると、細胞分裂速度や細胞増殖の亢進により、腫瘍発生あるいは発がんのリスクが高まるものと考えられる。但し、この点に関するヒトを対象とした実験データは得られていない。動物実験データは得られているが、裏づけの材料としての価値は低い。

チェルノブイリ周辺地域では、ヨウ素摂取量が軽度ないし中等度不足している。しかし、唯一有用なデータは 1986 年に甲状腺腫の有病率に基づいて得られたものである。ヨウ素摂取状況の地域差は大きいが、食餌へのヨウ素補給という対策を採用しているベラルーシやウクライナのように近来変動することが見込まれる。

甲状腺体積や血清中サイログロブリン濃度は、過去数年間におけるヨウ素摂取状況を示す指標となる。

尿中ヨウ素濃度測定は、簡便かつ安価で行えることから、現在のヨウ素摂取状況を評価するための第一選択の方法となっている。この場合、随時尿はコホートレベルでの測定には適しているが、個人レベルでの調査には向かない。しかし、測定誤差を極力減らすことが可能であれば、リスク評価を目的とした個人レベルでの測定には有用であろう。随時尿であるかどうかを問わず、尿中ヨウ素濃度の測定は、コホートでのヨウ素摂取状況を把握するのに役立つ。

このワークショップでは、長期間の研究（ヨウ素摂取状況に関する知見、ま

たその摂取状況が被ばくや何らかの傷害に対する甲状腺の反応として良性または悪性腫瘍に影響する可能性等に関するもの）を通じてヨウ素摂取状況の動向に引き続き注目するよう勧告した。

**謝　辞**

稿を終えるにあたり、有用な意見や提言をいただいた Dr. Gilbert Beebe、Daniel Fink、および Robert McConnell の諸氏に対して謝意を表する。

## ベラルーシの小児でのヨウ素欠乏がチェルノブイリ原発事故発生時の甲状腺被ばくレベルを高める要因となっている可能性

Gembicki M, Stozharov AN, Arinchin AN, Moschik KV, Petrenko S, Khmara IM, Baverstock KF. Iodine deficiency in Belarusian children as a possible factor stimulating the irradiation of the thyroid gland during the Chernobyl catastrophe. **Environ Health Perspect** 105(Suppl 6):1487-90, 1997.

チェルノブイリ原発事故の 10 年後、ベラルーシでは 500 名を超える小児で甲状腺がんが発生している。15 歳未満の小児で甲状腺がんの発生率が上昇している主な要因は、原発事故に伴う放射能汚染（主に放射性ヨウ素）と思われる。もうひとつの重要な要因は、原発事故発生時のヨウ素欠乏状態である。ベラルーシでは、甲状腺腫の有病率とヨウ素欠乏に関する全国規模の調査プログラムが WHO の協力で策定されている。このプログラムでは、都市部と農村部を含めて計 30 の学校に在籍している 6～18 歳の小児と青年男女合わせて 11,000 名を対象に調査している。計 824 名の小児と青年男女を対象としたパイロットスタディの結果、ヨウ素欠乏が高度であること、また甲状腺腫の地域集積性が中等度以上であることがそれぞれ示された。当然ながら、こうした現状は、チェルノブイリ原発事故発生当時の状況をそのまま反映しているわけではない。しかし、事故発生前の数年間に実施された疫学研究のデータからは、放射能汚染地域での甲状腺腫の有病率が高いことが明らかになった。このことから、事故発生当時でのヨウ素欠乏の有病者数は、現状とほぼ同等かそれ以上であったことがうかがえる。このような推察は、これまで観察されてきた甲状腺疾患の本態への理解を深めるうえで有用であろう。

キーワード：ヨウ素欠乏、チェルノブイリ、ベラルーシ、小児、甲状腺腫、被ばく

### 序　文

1986 年 4 月 26 日、原子力産業史で最も甚大な臨界事故がチェルノブイリで発生した。事故発生後最も危機的な 10 日間でさまざまな放射性核種が大気中に放出されたが、その中には半減期を数時間ないし数日とする各種放射性ヨウ素も大量に含まれていた。また、$^{132}$Te も存在していた。

ベラルーシでは、この期間の気象条件が要因となってきわめて重大な放射能汚染が発生し、国土全体の 23%以上および国民全体の 20%以上がその影響を受けた。

原発事故による健康被害のうち最も重大なものと考えられるのは、小児期に原発事故の被害を受けた者で発生している甲状腺がんである（1-6）。

甲状腺外部被ばくと甲状腺がんとの因果関係についてはよく知られているが、ベラルーシ、ウクライナ、ロシアでは、小児甲状腺がんの発生率が被ばく時か

ら 4 年後に上昇傾向を示している。また、この甲状腺がんは浸潤性がきわめて高いものと思われる（5）（表 1、2）。

この状況を受けて、放射性同位元素だけでなくさまざまな成因（ヨウ素不足を惹起する環境や、その結果としてもたらされる食物中や飲料水中のヨウ素含有量の不足等）に関する調査が盛んに行われてきた。

## 現存データの検討

### ベラルーシにおけるヨウ素欠乏の実態

ベラルーシでは、尿中ヨウ素濃度に関する情報が複数の調査グループから初めて得られている。しかし、そのデータを検討する前に、Delange ら（7）が得たデータ、すなわち学齢期（6-16 歳）の健常児での尿中ヨウ素濃度が 85～163μg/L（中央値 100μg/L 以上）であるという点に着目しておかなければならない。

Mityukova ら（8）は、Gomel 州、Vitebsk 州、Minsk 州に属する計 9 の地域、計 14 の集落で暮らす 1,680 名の小児を対象に、1990 年から 1994 年にかけて尿中ヨウ素濃度の調査を実施した（8）。その結果、尿中ヨウ素濃度の測定値に大きなバラツキがあることが判明した。そのうち、測定値が 20μg/L 未満を示し、WHO 基準に従って高度のヨウ素欠乏と判断されたのは 163 名であった（9）。

2 つ目の情報は、Gutekunst や Gerasimov ら International Council for Control of Iodine Deficiency Disorders（ICCIDD）のチームが行った研究から得られたものである（10）。彼らは、Gomel 州のリハビリテーション施設で加療を受けている成人 321 名と小児 270 名を対象に調査を行った。対象となった小児は、チェルノブイリ原発事故の被害を受けた Gomel 州や近隣地域の出身者であった。

この群の小児において、尿中ヨウ素濃度の中央値は 10.7μg/L で、また、46%が尿中ヨウ素濃度 10μg/L であり、甲状腺腫の頻度は 8.5%であった。

3 つ目の情報は、笹川記念保健協力財団の支援を受けて Mogilev 州と Gomel 州で実施された調査から得られたものである（11）。この調査は、Mogilev 州の小児 12,356 名を対象に、1991 年 5 月 15 日から 1993 年 12 月 31 日にかけて実施された。州内各地区での甲状腺腫の有病率は 4～35%であった。ヨウ素充足状況に関するデータからは、尿中ヨウ素濃度が 100μg/L を超えていた小児が 1,729 名中わずか 30 名前後であること、小児全体の 30%以上で 10μg/L を下回っていたことがそれぞれ明らかになった。

Gomel 州の小児 12,791 名を対象とした調査では、州内各地区の甲状腺腫の有病率が 5～45%であることが判明した。尿中ヨウ素濃度を測定した小児 235 名のうち、100μg/L を超えていたのはわずか数名であり、10μg/L を下回っていたのは 44 名（約 20%）であった。

また、ベラルーシでの尿中ヨウ素濃度に関するデータが限られていたことから、ポーランドでは同様の研究が 1992 年 3 月から 1993 年 2 月にかけて行われ、ベラルーシに隣接する東部 2 地域の住民で尿中ヨウ素濃度が低いこと、また甲状腺腫の有病率が高いことがそれぞれ明らかになった（12）。

例えば Bialystok 地区の場合、小児 1,431 名での甲状腺腫の有病率は農村部で 41%、都市部で 36%、尿中ヨウ素濃度の平均値は甲状腺腫を有さない小児で 52.07μg/L、甲状腺腫を有する小児で 42.3μg/L であった。Lublin 地域の場合、小児 1,686 名での甲状腺腫の有病率は 21.8%、尿中ヨウ素濃度の平均値は甲状腺腫を有さない小児で 56.76μg/L、甲状腺腫を有する小児で 52.6μg/L となっていた（13）。

ポーランドの中でベラルーシに隣接する地域で得られたデータより、ベラルーシでも同様の状況が起きている可能性が示された。これを受けて、全国規模での疫学研究が活発化している。

甲状腺腫の有病率や尿中ヨウ素濃度に関する従来の調査データは有意義であるが、主として Mogilev、Gomel という 2 つの州で得られたものであるうえ、その内容は相互で異なっている。すなわち、一方の州では甲状腺腫の有病率が他方の州に比べて低めであり、一方の州では尿中ヨウ素濃度が他方の州に比べて高めである。こうした違いの一因として、チェルノブイリ原発事故以降、小児に対するヨウ素剤の投与が大量かつ無制限に行われた可能性がある。これは、現在でも継続されているものと考えられる。

このため、WHO とベラルーシの関係当局では、甲状腺腫の有病率に関する疫学研究の範囲を全国規模に拡大し、学齢期および思春期にある者を対象とした統計学的に有意義な調査（超音波による甲状腺容積や構造、尿中ヨウ素濃度に関する評価を含む）を行うことが急務であるものと判断した。

### プログラムの実施目標

WHO のヨウ素欠乏に関する国際プログラム（WHO 国際ヨウ素欠乏プログラム）の第 1 の目標は、ヨウ素欠乏の程度が国内の地域間で異なるのかどうかを確認することである。第 2 の目標は、チェルノブイリ原発事故の発生前および発生後にベラルーシで出生した 6～18 歳の小児と青年男女を対象に、甲状腺体積および内部構造とヨウ素欠乏との関連、さらにこれらと放射性ヨウ素による被ばくとの関連をそれぞれ検討することである。第 3 の目標は、原発事故被害地域のヨウ素摂取状況に関する分布図を作成し、ベラルーシでヨウ素剤の予防投与を有効かつ安全に実践するための基礎データとして活用することである。

上記の目標を実現させるため、15 の都市部と 15 の農村部を含めた計 30 の学校を無作為に抽出し、在籍する約 11,000 名の小児と青年男女を対象に調査する。年齢群を 6～8 歳、11～12 歳、13～14 歳、15～16 歳、17～18 歳に分類し、それぞれに男女 30 名ずつ割り付ける。また、1 校あたりの調査対象者は 360 名前後とする。ベラルーシに属する 6 つの州を図 1 に示す。

### 2 校を対象としたパイロットスタディの結果

Gembicki ら（14）と Perez ら（15）は、計 824 名の小児を対象とした調査結果を報告した。調査対象者は、都市部 Minsk の小児 430 名と農村部 Stankovo の小児 394 名であった。触診で甲状腺腫が認められたのは、Minsk の小児の 64.7%、Stankovo の小児の 71.8%であった（表 3）。

Minsk の小児のうち、甲状腺腫の重症度分類で IB と判定されたのは 44.2%、

II と判定されたのは 20.5%であった。同様に、Stankovo の小児ではそれぞれ 48.2%と 23.6%であった。超音波で甲状腺容積を測定したところ、年齢によってバラツキがみられ、Minsk の小児では男子で 4.66～13.71mL、女子で 4.38～11.38mL であった。同様に、Stankovo の小児では男子で 4.5～16.48mL、女子で 4.52～12.83mL となっていた（表 4）。

随時尿のヨウ素濃度が 100μg/L を超えていたのは、Minsk の小児の 24.5%、Stankovo の小児の 11.2%にとどまっていた。同様に、50～100μg/L を示したのは Minsk の小児の 48.8%、Stankovo の小児の 39.1%、20～50μg/L を示したのはそれぞれ 20.3%と 41.5%、20μg/L 未満であったのはそれぞれ 6.4%と 8.1%であった（表 5）。

## 考　察

ICCIDD の提唱による「学齢期にある小児の甲状腺容積を超音波で測定した時の正常上限値」の最新版を表 6 に示す（7）。

同団体では、上記の正常上限値を超えている者が全人口の 5%を占める地域については「甲状腺腫の地域集積性が高い」と判断すべきとしている。前述のパイロットスタディの場合、この正常上限値を超えていた小児の割合は 6.3～13%であった（表 7）（14, 15）。

以上のようにパイロットスタディのデータを解析した結果（14, 15）、甲状腺腫の地域集積性については「中等度以上」、またヨウ素欠乏の地域集積性については「著明」とそれぞれ結論づけた。

ヨウ素摂取量が少ない場合、甲状腺は代償性肥大を起こし、ヨウ素の甲状腺への取り込みが促進されるが。このような状態で、原発事故で放射性ヨウ素が放出されると、より多くの放射性ヨウ素が甲状腺に取り込まれ、甲状腺で予期せぬ病態を惹起する可能性を高めるものと考えられる。被ばくした甲状腺でがん化がおこる場合、ヨウ素欠乏は、がんの発症までの潜伏期間を短縮させる可能性があると考えられる。

## 結　論

パイロットスタディの結果、ヨウ素欠乏が高度であること、また甲状腺腫の地域集積性が中等度以上であることがそれぞれ示された。得られたデータは、甲状腺腫に対するヨウ素剤の予防投与を安全に行うための方法を策定するうえでも、また本研究のコホートで認められた甲状腺疾患の本態への理解を深めるうえでも重要であろう。

表１　チェルノブイリ原発事故発生後の小児甲状腺がん発生件数

| 州 | 年 | | | | | | | | | 計 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | |
| Brest | 0 | 0 | 1 | 1 | 7 | 5 | 17 | 24 | 21 | 76 |
| Vitebsk | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 2 | 0 | 1 | 7 |
| Gomel | 1 | 2 | 1 | 3 | 14 | 44 | 34 | 36 | 44 | 179 |
| Grodno | 1 | 1 | 1 | 2 | 0 | 2 | 4 | 3 | 5 | 19 |
| Minsk | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 3 | 6 | 18 |
| Mogilev | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 1 | 7 | 4 | 16 |
| Minsk（市） | 0 | 0 | 1 | 0 | 4 | 2 | 4 | 6 | 1 | 18 |
| ベラルーシ全域 | 2 | 4 | 5 | 7 | 29 | 59 | 66 | 79 | 82 | 333 |

Gembicki ら（4）のデータ。患者の年齢は 3〜15 歳（診断時）。

表 2　1986～1994 年でみたベラルーシにおける 100,000 人あたりの小児甲状腺がんの発生率

| 州 | 年 | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 |
| Brest | 0 | 0 | 0.3 | 0.3 | 1.7 | 1.1 | 4.5 | 6.7 | 5.9 |
| Vitebsk | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.3 | 1.0 | 0.7 | 0 | 0.3 |
| Gomel | 0.3 | 0.5 | 0.5 | 1.0 | 3.3 | 11.3 | 8.8 | 9.4 | 11.7 |
| Grodno | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.8 | 0 | 0.8 | 1.5 | 1.5 | 1.8 |
| Minsk | 0 | 0 | 0.3 | 0 | 1.3 | 0.5 | 1.0 | 1.3 | 0.5 |
| Mogilev | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.7 | 0.7 | 0.4 | 2.4 | 1.4 |
| Minsk（市） | 0 | 0 | 0.3 | 0 | 1.3 | 0.5 | 1.0 | 1.3 | 0.5 |
| ベラルーシ全域 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 1.2 | 2.5 | 2.8 | 3.4 | 3.5 |

Gembicki ら（4）のデータ。患者の年齢は 3～15 歳（診断時）。

図 1　ベラルーシの 6 つの州。●は州都、○S は Stankovo。

Vitebsk

Grodno

Minsk

Mogilev

Brest

Gomel

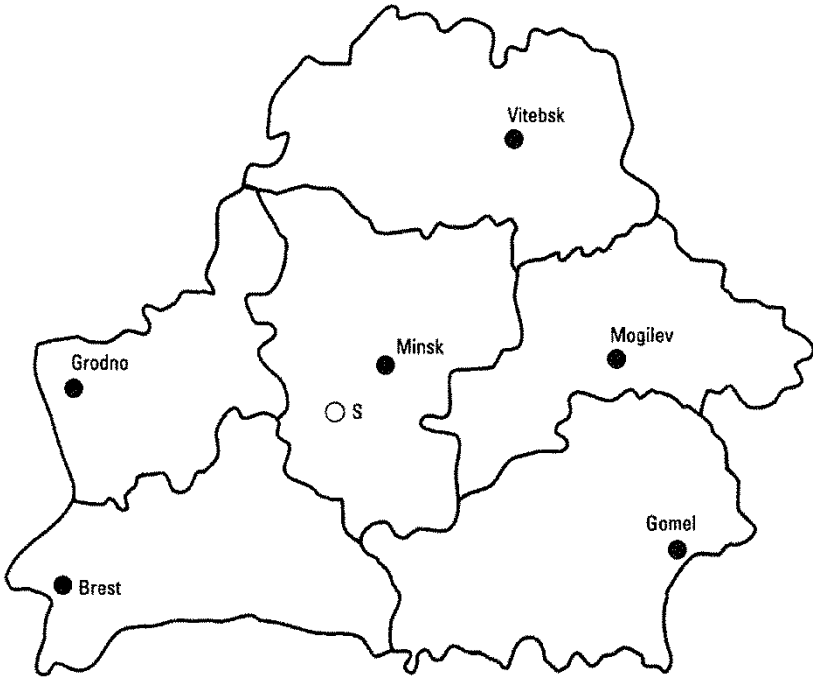


表 3　調査対象となった小児で触診にて発見された甲状腺腫の男女別重症度

| | 性 | 甲状腺腫の重症度[a] | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0 | | 1A | | 1B | | 2 | |
| | | 人数 | % | 人数 | % | 人数 | % | 人数 | % |
| Minsk | | | | | | | | | |
| 小計 | M | 18 | 9.0 | 64 | 32.0 | 87 | 43.5 | 31 | 15.5 |
| | F | 13 | 5.7 | 57 | 24.9 | 103 | 44.8 | 57 | 24.6 |
| 計 | M+F | 31 | 7.2 | 121 | 28.1 | 190 | 44.2 | 88 | 20.5 |
| Stankovo | | | | | | | | | |
| 小計 | M | 2 | 1 | 61 | 30.8 | 102 | 51.5 | 33 | 16.7 |
| | F | 2 | 1 | 46 | 23.5 | 88 | 44.9 | 60 | 30.6 |
| 計 | M+F | 4 | 1 | 107 | 27.2 | 190 | 48.2 | 93 | 23.6 |

略語　M：男性、F：女性。[a] WHO 分類（15）に基づく甲状腺腫の重症度。

表 4　調査対象となった小児での超音波による甲状腺容積（mL、平均値±標準誤差）

| | | 年齢（歳） | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 6-8 | 9-10 | 11-12 | 13-14 | 15-16 | 17-18 |
| Minsk | | | | | | | |
| 男子 | 平均値 | 4.66 | 5.83 | 6.58 | 9.83 | 12.2 | 13.71 |
| | 標準誤差 | 0.29 | 0.22 | 0.37 | 0.59 | 0.83 | 0.88 |
| 女子 | 平均値 | 4.38 | 5.58 | 8.05 | 10.21 | 11.92 | 11.38 |
| | 標準誤差 | 0.22 | 0.28 | 0.59 | 0.43 | 0.63 | 0.58 |
| Stankovo | | | | | | | |
| 男子 | 平均値 | 4.50 | 6.23 | 7.00 | 10.00 | 12.82 | 16.48 |
| | 標準誤差 | 0.17 | 0.27 | 0.24 | 0.72 | 0.46 | 2.03 |
| 女子 | 平均値 | 4.52 | 5.51 | 8.14 | 9.90 | 12.04 | 12.83 |
| | 標準誤差 | 0.18 | 0.36 | 0.42 | 0.61 | 0.53 | 0.83 |

表 5　調査対象となった小児での尿中ヨウ素濃度の男女別測定値

| | 性 | 尿中ヨウ素濃度（μg/L） | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | <20 | | 20-50 | | 50-100 | | >100 | |
| | | 人数 | % | 人数 | % | 人数 | % | 人数 | % |
| Minsk | | | | | | | | | |
| | M | 10 | 5.0 | 46 | 23.2 | 99 | 50 | 43 | 21.9 |
| | F | 17 | 7.5 | 40 | 17.7 | 108 | 47.8 | 61 | 27 |
| 計 | M+F | 27 | 6.4 | 86 | 20.3 | 207 | 48.8 | 104 | 24.5 |
| Stankovo | | | | | | | | | |
| | M | 16 | 8.1 | 79 | 39.9 | 79 | 39.9 | 24 | 12.1 |
| | F | 16 | 8.2 | 84 | 43.1 | 75 | 38.5 | 20 | 10.2 |
| 計 | M+F | 32 | 8.1 | 163 | 41.5 | 154 | 39.1 | 44 | 11.2 |

表 6　学齢期にある小児の甲状腺容積を超音波で測定した時の正常上限値（mL）

| 年齢（歳） | 男　子 | 女　子 |
|---|---|---|
| 6 | 5.2 | 5.6 |
| 7 | 5.7 | 6.2 |
| 8 | 6.7 | 7.5 |
| 9 | 6.9 | 8.1 |
| 10 | 8.2 | 9.4 |
| 11 | 9.4 | 10 |
| 12 | 10.7 | 12.6 |
| 13 | 12 | 14 |
| 14 | 13.7 | 15.5 |
| 15 | 16.5 | 15.5 |

Delange ら（7）のデータ。

表 7　調査対象となった小児のうち、甲状腺容積が ICCIDD の提唱による正常上限値を超えていた者の数

| 年齢群 | 年齢（歳） | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 6-8 | 9-10 | 11-12 | 13-14 | 15 |
| Minsk | | | | | |
| M | 5 | 5 | 3 | 8 | 1 |
| F | 1 | 1 | 3 | 4 | 7 |
| Stankovo | | | | | |
| M | 2 | 4 | 2 | 4 | 3 |
| F | 2 | 3 | 0 | 6 | 5 |
| 小計 | | | | | |
| M | 7 | 9 | 5 | 12 | 4 |
| F | 3 | 4 | 3 | 11 | 12 |
| 総計 | | | | | |
| M+F | 10(7.7%) | 13(10.2%) | 8(6.3%) | 23(13.8%) | 16(24.0%) |