

(2) 公益的機能の高い森林づくりの技術開発
 ②脱炭素社会実現に資する森林の管理技術の改良
 H スギ・ヒノキの人工林の管理技術の改良

- (1) 課 題 名 Ha スギ・ヒノキ花粉発生源地域推定事業
 (2) 研究期間 平成 20 年度～
 (3) 予算区分 特定受託研究費
 (4) 担 当 者 齋藤央嗣・山崎浩太・丹羽久雄・久保典子・大津喜代美
 (5) 目的

社会的に大きな問題となっているスギ・ヒノキ等の花粉症に対し、発生源対策として花粉の少ないスギ品種の選抜等、育種的な改良は行われているものの根本的な解決には至っていない。近年、抗アレルギー薬が開発され、花粉飛散前の服用により症状を大幅に緩和できるようになったことから、花粉飛散量や飛散時期を予測する必要性が増している。しかし、花粉を飛散する雄花の着花量は年次変動が大きいことから雄花の着花量を直接観察することにより、花粉飛散量の予測を行った。なお、本事業は全国林業改良普及協会からの委託事業（林野庁発注）として実施した。

(6) 方法

① スギ雄花着花量調査

県内各地に成育するスギ林の中から、目視による調査に適した個体識別可能な見通しのよいスギ林を選定し調査林分とした。さらに設定にあつては県内山地のスギ林を対象に 5km メッシュで 500ha につき 1 箇所を目安に設定した。調査箇所は 1997 年度に設定した 30 箇所と 2002 年度に追加した 24 箇所の計 54 箇所である。雄花着花調査は 11 月中旬に行った。調査は対象林分内の 40 本のスギを抽出し、双眼鏡またはフィールドスコープ（野鳥観察用望遠鏡）を用いて、4 ランクの着花ランクを判定し着花点数を求めた。

② 目視によるヒノキ雄花着花調査手法の確立

目視によるヒノキの調査手法確立のため、40 カ所のヒノキ林（定点林）の目視調査と 2 カ所のトラップ調査を実施した。また目視調査の試行のため、2012 年 11 月に選定した調査地の着花量調査を実施した。雄花着生状況の目視観測は、12 月 2～7 日の 5 日間で実施した。観測には、倍率 10～12 倍の双眼鏡等を用いた。調査手法は（一社）全国林業改良普及協会（2014）による。

(7) 結果の概要

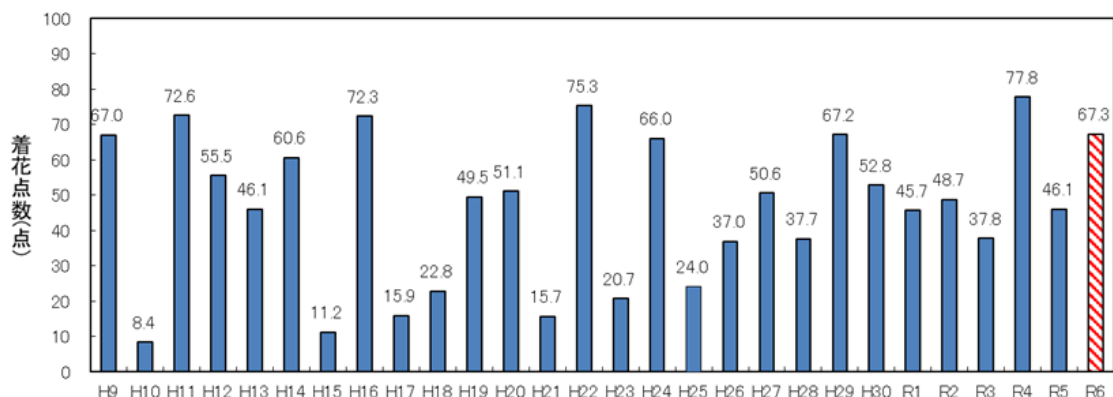


図 1 県内スギ林 30 箇所の平均着花点数の年変化（28 年間の平均値：46.1 点）

① スギ雄花着花量調査

雄花着花量調査の平成 9 年度から令和 5 年度までの年次変動を図 1 に示す。スギ林 30 箇所の着花点数の平均値（県内平均値）は、67.3 点となった。この値は、昨年の 46.1 点、去 27 年間の平均 46.6 点を上回り過去 4 番目に高い値になった（図—1）。このため、令和 7 年春の花粉飛散量

は、多くなると予測された。地域別の着花点数は、県西部が 76.4 点と県内平均値より高く、県北部が 60.2 点と低くなった。前年同様に県西部が高く地域的な差が大きくなった。

② 目視によるヒノキ雄花着花調査手法の確立

②-1) 目視による雄花量

(年次変動)

2014 年度に 6 段階の暫定基準案 (3) から 4 段階の暫定基準案 (4) に移行してから、継続のため両方の基準案で評価を行っている。その測定結果について、これまでの 6 段階で判定した結果による過去 13 年間の変動を図 2、雄花着生度から計算した点数の変動を図 3 に示した。図 2 のとおり、2024 年 12 月の調査結果では、ランク B の個体の割合がもっとも

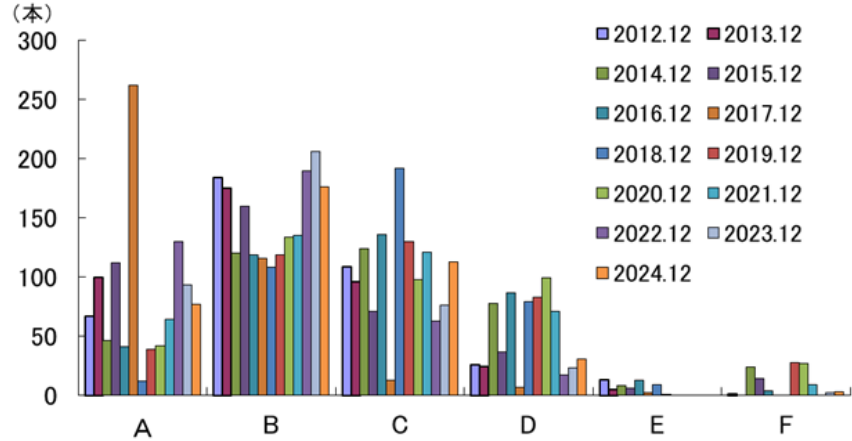


図 2 1 2012～22 年のヒノキ雄花着生度別本数
A～Fは着花ランク

多くなり、前年同様正規分布に近い形のグラフであった。A ランクの割合は 23.3%であり前年 (19.3%) から減少した。この結果、着花ランクにより重み付けした点数 (6 段階では A→10 点、B→5 点、C→2 点、D→1 点、E、F→0 点) による年次変動は、47.7 点と過去 10 年間と比較して昨年を下回り平均 (46.0 点) に近い値となり、例年並みであると推定された。

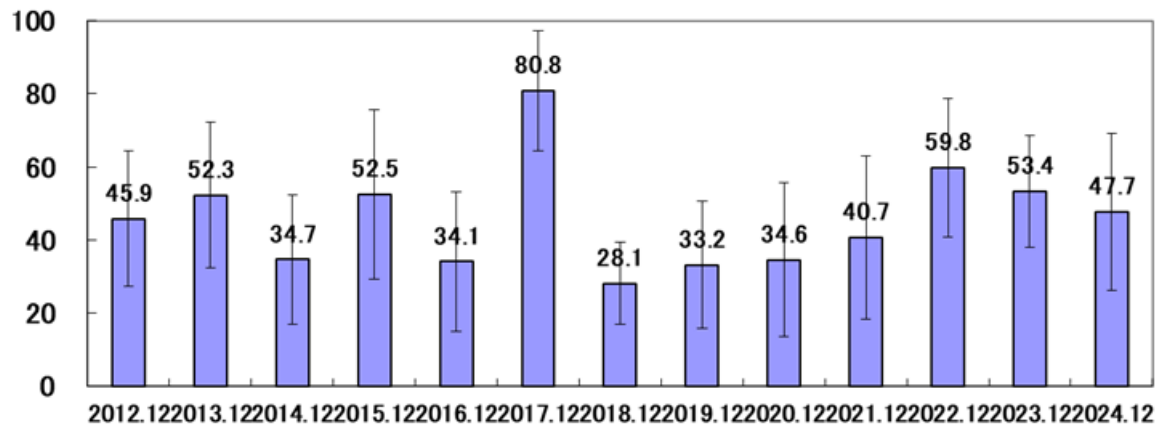


図 3 神奈川県内のヒノキ林の雄花着花点数の年次変動 棒は標準偏差を示す

(8) 今後の課題

スギでは長期の調査により雄花着花量の観察にあたり、周辺樹木の成長により見通しが悪くなる調査地がある。

(9) 成果の発表

- スギ・ヒノキ雄花の着花調査の結果は、2024 年 12 月 23 日に県政、厚木・大和・相模原・秦野・小田原記者クラブにおいて同時発表した (令和 7 年春のスギ・ヒノキ花粉飛散量はスギ「多い」、ヒノキ「例年並み」)。
- 齋藤央嗣・横山敏孝・高梨征雄 (2024) 雄花の目視によるヒノキ花粉飛散予測, 日本花粉学会誌 70 (2), 43-52

(2) 公益的機能の高い森林づくりの技術開発
②脱炭素社会実現に資する森林の管理技術の改良
H スギ・ヒノキの人工林の管理技術の改良

- (1) 課 題 名 Hb スギ・ヒノキ林の花粉削減研究
(2) 研究期間 平成 22 年度～
(3) 予算区分 一般試験研究費
(4) 担 当 者 齋藤央嗣・山崎浩太・丹羽久雄・久保典子・大津喜代美
(5) 目 的

スギ等の花粉症に対して、その発生源となっている森林・林業側からも根本的な対策を検討していく必要がある。林木育種事業では、花粉の少ないスギ、ヒノキ品種の選抜や無花粉スギの選抜を進めている。本研究では、スギ・ヒノキの花粉量の年次変動などの基礎的な問題を検討するため、雄花生産量や花粉飛散量などについて調査する。

(6) 方法

① ヒノキ林の雄花トラップ調査

ヒノキの林齢や密度の違いによる雄花着花量の動態を明らかにするため、小田原市久野で林齢の異なる 10 箇所のヒノキ林において雄花トラップ（面積 0.1288cm^2 ）を設置し、4 月から 6 月まで月 1 回トラップに落下した雄花等の試料を回収した。現地で回収した試料は室内でゴミを除去し、雄花数と雄花重量を測定した。なお、うち 9 林分の結果については「Ca スギ・ヒノキ花粉発生源推定事業」のヒノキ目視調査地であり、調査結果を目視調査の観測手法の検証に活用した。

② 採種園の着花動態調査

花粉の少ない系統選抜と種子生産量の予察に資するため、21 世紀の森地内のスギ採種園とヒノキ採種園において精英樹を対象に 4 段階または 5 段階の指数により着花量を調査する。

③ スギ林分の花粉飛散量調査

雄花生産量と花粉飛散量の関係を明らかにするために、当センターのスギ林（1973 年植栽）内にダーラム型花粉採取器を設置し、1 月 1 日から 4 月 30 日までの間、1 日当たりの花粉飛散量を測定した。また、スギ林内の雄花生産量を把握するため、1 月から 7 月まで雄花トラップを設置した。採取試料は小田原市久野のトラップと同様、雄花数と雄花重量を測定した。なお、ダーラム型の土・日および休日の試料回収は自然保護公園部自然保護課の協力により実施した。

(7) 結果の概要

① 久野ヒノキ林の雄花トラップ調査

雄花着花量の年次変動は、2024 年は $24,424\text{個}/\text{m}^2$ となり、2023 年の $38,931\text{個}/\text{m}^2$ より減少したものの、平均値 ($12,660\text{個}/\text{m}^2$) を上回り“やや多い”と予測した花粉飛散どおりの結果であった（図1）。年次変動は前年夏の日照時間（6-9 月）と指数回帰により有意な関係があった（ $r=0.70, p<0.01$ ）が、2023 年夏（6-9 月）の日照時間は 822 時間で平均（589 時間）値を大きく上回っており、前年も雄花量が多かったこともあり、大幅には増加しなかったものの多い雄花量となったものと推定された。

② 着花動態調査

21 世紀の森地内のヒノキ採種園において 1998 年からの雄花の着花指数を調査している。2025 年春の自然着花の指数平均は 2.11 となり、前年の 2.52、平均の 2.42 を下回り、不作年であった。

③ スギ林分での花粉飛散量調査

2025 年春のスギの総花粉飛散量は、図2に示すように $18,837\text{個}/\text{cm}^2$ となり、平均値 $16,745\text{個}/\text{cm}^2$ を上回ったものの前年値 $26,736\text{個}/\text{cm}^2$ を下回り、“多い”と予測した飛散予測よりもやや少ない結果となった。ヒノキについては、 $1,351\text{個}/\text{cm}^2$ となり、前年値 $1,777\text{個}/\text{cm}^2$ 、平均値

3,098個/cm²を下回り、飛散予測で“例年並み”との結果どおりではなかった。これは2020年に行った調査地周辺のヒノキの無花粉ヒノキへの改植が影響していると思われる。スギの総花粉飛散量と雄花生産量との関係を見ると、高い相関がみられた。また、別に実施している着花量調査との関係を調査したところ、目視による雄花着花点数と花粉飛散量との間にも高い相関関係が認められた。

(8) 今後の課題

久野ヒノキ林の雄花トラップ調査地のヒノキ林の一部で伐採と作業道の設置の計画があり、目視調査地も含め、今後移動を検討する必要がある。また所内ヒノキ林についても市道拡幅の計画があり、影響が最小限になるよう検討していく必要がある。

(9) 成果の発表

スギ林分での花粉飛散量調査結果について、花粉飛散情報として1月1日より4月30日まで、1日当たりのスギ、ヒノキの花粉飛散数をほぼ1週間おきに当センター研究連携課のホームページで公開した。

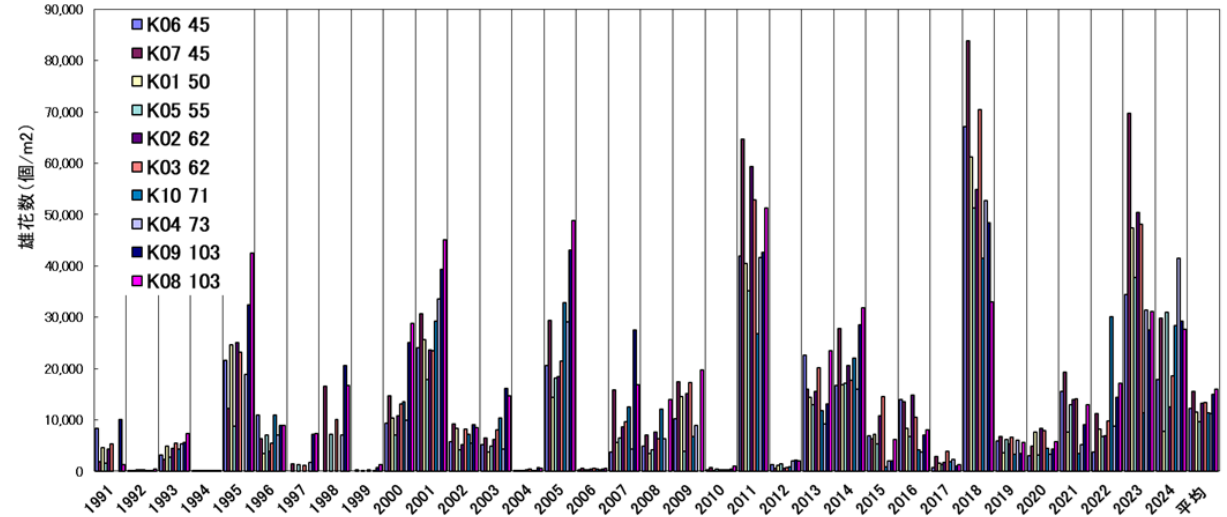


図 1 神奈川県小田原市におけるヒノキ雄花数の年次変動
凡例の数字は 2012 年時点の林齢を示す。

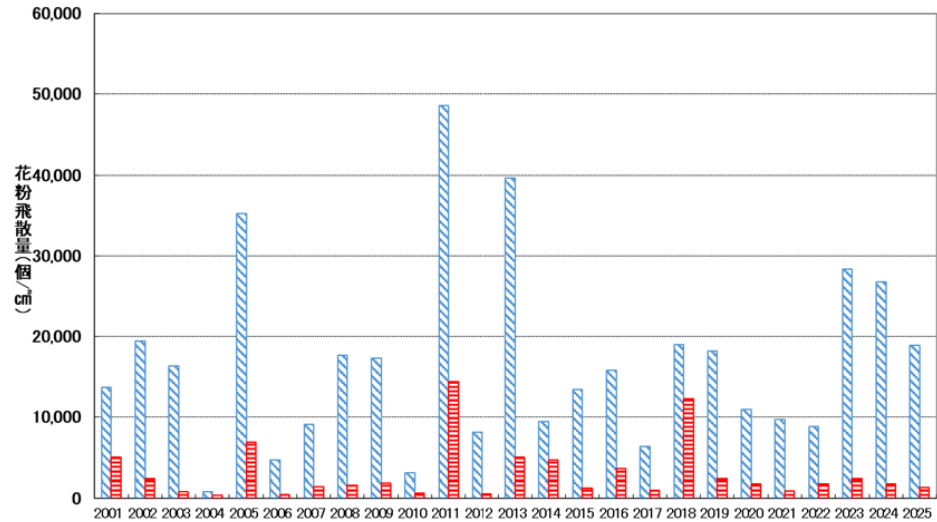


図 2 所内スギ林内のスギ・ヒノキの総花粉飛散量の年変化

(2) 公益的機能の高い森林づくりの技術開発
②脱炭素社会実現に資する森林の管理技術の改良
H スギ・ヒノキの人工林の管理技術の改良

- (1) 課 題 名 Hc エリートツリー研究開発事業
(2) 研究期間 令和 5 年度～
(3) 予算区分 県単（森林再生課再配当）
(4) 担 当 者 齋藤央嗣 齋藤央嗣・山崎浩太・丹羽久雄・久保典子・大津喜代美

(5) 目的

エリートツリーは、精英樹のうち特に成長性等に優れたものを交配して（国研）森林研究・整備機構森林総合研究所林木育種センター等が選抜した品種であり、初期成長の早さが従来品種の概ね 1.5 倍程度と早いことが特徴で、造林初期コストの低減のほか、森林の持つ炭素固定能力の増加が期待されている。しかし現在選抜されている上記のエリートツリーには花粉症対策品種としての基準を満たす品種は無いため、本県ではこれまで、「神奈川県花粉発生源 10 か年計画」(H30～R9)に基づき花粉発生源対策の取組を推進するためエリートツリーの導入を見送ってきた。そこで、本県で育成している花粉を全く飛散しない無花粉スギからエリートツリーと同等に成長する無花粉スギを選抜することで、本県の花粉発生源対策と森林による炭素固定能力の増大を両立した品種の選抜と実用化を図ることを目的とする。

(6) 方法

① エリート無花粉スギ候補木さし木調査

2014 年 3 月に県立 21 世紀の森（南足柄市内山）の“成長の森”エリアに植栽された神奈川県産の無花粉スギの成長量調査によって選抜したエリート無花粉スギ候補木について採穂木育成と調査のためさし木調査を行った。採穂は 2024 年 5 月に行い、さし穂づくり後、オキシベロン 40 倍液に 24 時間浸透後、鹿沼土を用土とした育苗箱にさしつけを行った。調査は 2025 年 3 月に行った。

②エリート無花粉スギ候補木材質調査

選抜したエリート無花粉スギ候補木について、材強度の指標として重要な材の容積密度について、Pilodyn (PROCEQ 社) により簡易推定を行った。樹皮を軽く剥がし北側から打ち込み、測定値を調査木の打ち込み深さのデータ(x)とした。さらに材強度の指標として FAKOPP による応力波伝搬速度の測定を行った。樹幹の上部（地上高 1.7m）にスタートセンサー、下部（地上高 0.7m 点）に同ストップセンサーを適切な角度で打ち込み、スタートセンサーをハンマーで叩くことによって発生する音の両センサー間の通過時間を測定した。得られた値をセンサー間の距離を除いて音速を得た。測定は、樹幹の長径、短径各 2 方向、計 4 方向で行った。調査は 2025 年 1 月に実施した。

③無花粉スギ選抜候補個体の親個体の遺伝解析

近年、MS1 遺伝子が同定され DNA マーカーが開発されおり（Hasegawa et al. 2020）。MS1 遺伝子座の遺伝子の確認を行った。親子鑑定はマイクロサテライトマーカー 7 座または 10 座による分析を行った。遺伝子型の決定には GeneMarker ver. 2.4.0 (Soft Genetics) を用いた。親候補として 12 個体である。調査は国立大学法人新潟大学農学部（森口喜成准教授）に委託して実施した。

(7) 結果の概要

① エリート無花粉スギ候補木さし木調査

さし木調査の結果、発根率は 86.8% となり、サンプスギ (88.6%) と比較し発根率に差は認められなかった (図)。

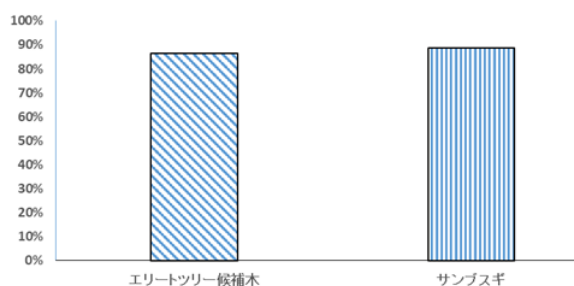


図 成長の森に植栽された無花粉スギエリートツリー候補木スギのさし木発根率

②エリート無花粉スギ候補木材質調査

表 1 エリートツリー選抜候補木の材質調査結果

系統	調査本数 (本)	ピロディン貫入量 (mm)	応力波伝播速度 (m/s)
候補木平均	21	25.5	2562.4

調査を行ったエリートツリー選抜候補木 21 本のピロディン貫入量、応力波伝播速度の平均値を表 1 に示す。14 年時の精英樹平均値（三島ら 2011）と比較

しピロディン貫入量（26.0mm）は同程度、応力波伝播速度は 2833mm で比較するとやや低い値であるが、26 年生実生個体（飯塚ら 2007）の 2523mm と比較すると同程度であり、いずれの結果より若齢の 10 年生の試験結果であり、値の範囲も大差ない結果となった。このため、材質調査結果から特定候補木の削除を行わないこととした。

③ 無花粉スギ選抜候補個体の親個体の遺伝解析

表 2 スギ雄性不稔遺伝子 MS1 座の遺伝子型の解析の結果

場所	No.	系統名	indel4	indel30	結果	備考
成長の森	74	—	○ (ホモ)	×	aa	
成長の森	133	—	○ (ホモ)	×	aa	
成長の森	149	—	○ (ホモ)	×	aa	
成長の森	150	—	○ (ホモ)	×	aa	
成長の森	156	—	○ (ホモ)	×	aa	
成長の森	199	—	○ (ホモ)	×	aa	
成長の森	247	—	○ (ホモ)	×	aa	
成長の森	283	—	○ (ホモ)	×	aa	
成長の森	287	—	○ (ホモ)	×	aa	
成長の森	289	—	○ (ホモ)	×	aa	
成長の森	291	—	○ (ホモ)	×	aa	
成長の森	292	—	○ (ホモ)	×	aa	
成長の森	293	—	○ (ホモ)	×	aa	
成長の森	301	—	○ (ホモ)	×	aa	
成長の森	353	—	○ (ホモ)	×	aa	
成長の森	361	—	○ (ホモ)	×	aa	
成長の森	369	—	○ (ホモ)	×	aa	
成長の森	424	—	○ (ホモ)	×	aa	
成長の森	449	—	○ (ホモ)	×	aa	
成長の森	551	—	○ (ホモ)	×	aa	
成長の森	574	—	○ (ホモ)	×	aa	

解析の結果、21 本の候補木の成長の森の無花粉スギは、変異型対立遺伝子 (*ms-1*) のホモ接合型で、期待通り無花粉個体と判定された。また、マイクロサテライト分析による親子識別の結果、20 個体については両親が鑑定され、1 個体については片親の鑑定が得られた。20 個体のうち 17 個体の中 4 と片浦 6 を親に持つと判定された。中 4 と片浦 6 の組み合わせは、成長等の形質に優れる特定組み合わせ能力が高い可能性が考えられた（表 2）。

注）令和 6 年度エリートツリー研究開発事業報告書（新潟大学）より転載

(8) 今後の課題

成長の森試験地では、対照系統が植栽されておらず、国の定める特定母樹（エリートツリーから）の基準を満たさない可能性があるため、選抜個体の検定を別途行う必要がある。

(9) 成果の発表

なし。この課題の取組についてかなちゃん TV 教えて黒岩さん（R7. 3. 11）で紹介されたほか、読売新聞（R7. 1. 19）、MBS テレビ（R7. 1. 21）、日本テレビ（R7. 3. 7）、ラジオ 4 件（J-WAVE、FM-TOKYO、ZIP-FM、広島 RCC）、週刊プレーボーイ誌等で報道された。