

<報文>

## 徳島県における大気環境中のアンモニアの濃度分布について\*

山下 大輔\*\*・吉見 友紀\*\*\*・山田 健太\*\*\*\*・矢達 綾那\*\*\*\*\*  
 森兼 祥太\*\*・永峰 正章\*\*\*\*\*・三宅 崇仁\*\*\*\*\*・三好 寛幸\*\*\*\*\*・立木 伸治\*\*\*\*\*

キーワード ①モニタリング ②大気環境 ③アンモニア濃度 ④パッシブサンプラー

### 要 旨

徳島県内でパッシブサンプラーを用い、最長2年間に渡って28地点で大気中のアンモニア濃度を測定した。多くの地点で季節的な濃度変化がみられ、夏に濃度が高くなる傾向にあったが、6月頃に濃度のピークを迎える地域も見られた。年度平均値は0.9～10.1 ppbであった。地域的な傾向としては、県東部が高濃度となっており、県南部及び県西部では低濃度であった。県東部においては特に上板町内の観測地点で濃度が高く、畜産施設に近接する地点ほど高濃度となる傾向にあった。

### 1. はじめに

大気中のアンモニアは、大気中の酸性物質と中和反応することでPM2.5の主要構成成分である硫酸アンモニウムや硝酸アンモニウムとなるほか、水域の酸性化や富栄養化などの原因となり得る。しかし、環境基準値等が設けられておらず、法律の枠組みでの監視体制が存在しないことから、データが限定的である。このことから徳島県内における大気中のアンモニア濃度についての実態を把握するために調査を行った。

2021年度の結果については既報<sup>1)</sup>にて報告したところであり、今回は2022年度の結果を含めて報告する。

### 2. 測定地点

#### 2.1 広域調査

アンモニア濃度の測定地点を図1に示す。徳島県内全域の状況を確認するため、県内各地に広く17箇所を調査地点に設定した。調査期間は2021年度及び2022年度とした。

①	上板①	⑩	小松島
②	川内	⑪	脇町
③	応神	⑫	池田
④	北島	⑬	那賀川
⑤	徳島	⑭	阿南
⑥	自排徳島	⑮	大渦
⑦	鳴門	⑯	鷺敷
⑧	吉野川	⑰	美波
⑨	神山		

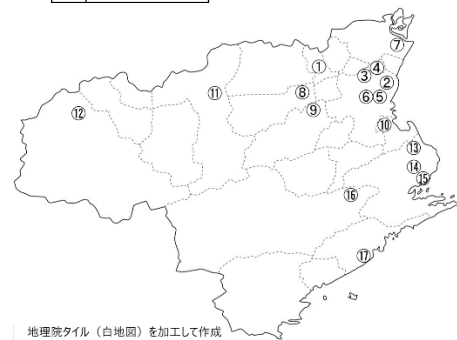


図1 県内におけるアンモニア濃度測定地点

\* Study of Atmospheric Ammonia Distribution in Tokushima

\*\*Daisuke YAMASHITA, Shouta MORIKANE (徳島保健所) Tokushima Public Health Center

\*\*\*Yuki YOSHIMI, (元徳島県立保健製薬環境センター) formerly Tokushima Prefectural Public Health, Pharmaceutical and Environmental Sciences Center

\*\*\*\*Kenta YAMADA, (徳島県感染症対策課) Tokushima Prefectural Infectious Disease Countermeasures Division

\*\*\*\*\*Ayana YADATSU, Masaaki NAGAMINE, Takahito MIYAKE, Shinji TATSUKI, (徳島県立保健製薬環境センター) Tokushima Prefectural Public Health, Pharmaceutical and Environmental Sciences Center

\*\*\*\*\*Hiroyuki MIYOSHI (徳島県西部総合県民局) Tokushima Prefectural West District Administration Bureau

## 2. 2 高濃度周辺調査

2021年度における広域調査において高濃度であった2つの地域で調査地点を増やし調査を行った。調査期間は2022年度とした。

### 2. 2. 1 上板町周辺

2021年度の広域調査において、上板①の地点が最も大気中アンモニア濃度が高かった。このため、上板①周辺に追加調査地点を5地点設定して調査を行った。これら上板町内の測定地点と近傍の畜産関係施設の位置関係について図2に示す。

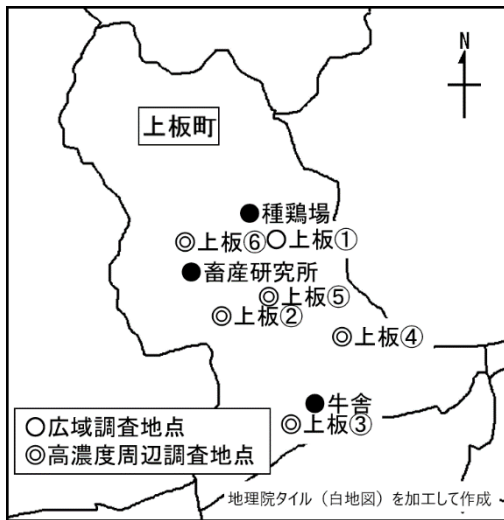


図2 上板町での測定地点

### 2. 2. 2 川内町周辺

2021年度の年平均濃度では上板①に次いで、川内の濃度が高かった。川内の西方において畜産業が盛んであり、その影響が疑われたため、川内周辺に加えて藍住町などにも観測地点を追加し、2022年度は6地点の追加調査地点を設定した。川内町、北島町には工業地域が多く、西方の応神・藍住町周辺は農地利用が多い。これら追加地点を含めた川内周辺の測定地点について図3に示す。



図3 川内周辺での測定地点

## 3. 測定方法

アンモニアの捕集はパッシブサンプラー（小川商会製，OG-SN-S）を用いた。これにクエン酸を担持した捕集エレメント（小川商会製，OG-SN-17）を設置し，約一ヶ月毎に交換を行った。捕集後は10 mLの純水で30分間抽出し，0.20 μmのフィルター（アドバンテック製，13HP020AN05）でシリンジろ過を行い検液とした。分析にはイオンクロマトグラフ（メトローム社製，850 Professional IC）を用いた。

定量した結果を，全国環境研協議会・酸性雨広域大気汚染調査研究部会第6次酸性雨全国調査実施要領<sup>2)</sup>（以下，「酸性雨全国調査実施要領」という。）に基づく次式に従い，大気中アンモニア濃度（ppb）を算出した。

$$\text{NH}_3 \text{ (ppb)} = \frac{a\text{NH}_3 \times \text{WNH}_3}{t}$$

$$a\text{NH}_3 = 87.6 \times \left( \frac{293}{273 + T} \right)^{1.83}$$

ここで， $a\text{NH}_3$ は大気中濃度に換算する係数， $\text{WNH}_3$ はサンプラーに捕集された $\text{NH}_3$ 量（ng）， $t$ はサンプリング時間（分）であり， $T$ は試料捕集時の平均気温（℃）である。

試料採取期間は，酸性雨全国調査実施要領<sup>2)</sup>に合わせ，表1に示した日程で採取を行った。なお，小松島，那賀川，阿南，大湊，鷺敷，美波の6箇所については調査開始時の2021年4月から，神山については2022年8月から，採取期間を1日後ろにずらしている。

## 4. 結果及び考察

### 4. 1 広域調査

広域調査における各地点のアンモニア濃度を表2に示す。全県的に夏季に濃度が高く，冬季に低い結果となった。これは大気中のアンモニア濃度は気温の上昇により $\text{NH}_4\text{NO}_3$ などの揮発成分が解離して濃度が高くなり，気温が下がると粒子化により濃度が低下する<sup>3)</sup>と考えられる。しかしながら，神山や吉野川，小松島など6月頃に濃度の

ピークを迎える地域も一部見られた。地域別の年度平均値は驚敷の2021年度及び2022年度が0.9 ppbと最も少なく、上板①の2021年度が8.3 ppbと最も高くなった。また、地域的傾向として県南部と県西部は大気中のアンモニア濃度が低く、県東部は高く検出された。これは県東部が他地域に比べ人口が多く、経済活動が盛んであることや、農業、畜産業が盛んであることが影響していると推察される。このうち、幹線道路に近い徳島、自排徳島は他地点と比べ季節的変動が小さかった。これは自動車排出ガス由来のアンモニアが影響していると考えられる。しかしながら、同様に幹線道路に近い川内については季節的変動が見られ、自動車排出ガス以外の要因が考えられた。このほか、北島では2022年の8月頃から前年度と比較してアンモニア濃度が高くなった。これは隣地で夏頃から工事が始まり、測定局舎近くに喫煙所や仮設トイレが設置されたことなどが影響していると考えられる。

表1 アンモニア資料採取期間

	採取期間	日数
2021.4月	2021/3/29 ~ 2021/4/26	28
5月	2021/4/26 ~ 2021/6/7	42
6月	2021/6/7 ~ 2021/7/5	28
7月	2021/7/5 ~ 2021/8/2	28
8月	2021/8/2 ~ 2021/8/30	28
9月	2021/8/30 ~ 2021/9/27	28
10月	2021/9/27 ~ 2021/10/25	28
11月	2021/10/25 ~ 2021/12/6	42
12月	2021/12/6 ~ 2022/1/4	29
2022.1月	2022/1/4 ~ 2022/1/31	27
2月	2022/1/31 ~ 2022/2/28	28
3月	2022/2/28 ~ 2022/3/28	28
4月	2022/3/28 ~ 2022/4/25	28
5月	2022/4/25 ~ 2022/6/6	42
6月	2022/6/6 ~ 2022/7/4	28
7月	2022/7/4 ~ 2022/8/1	28
8月	2022/8/1 ~ 2022/8/29	28
9月	2022/8/29 ~ 2022/9/26	28
10月	2022/9/26 ~ 2022/11/7	42
11月	2022/11/7 ~ 2022/12/5	28
12月	2022/12/5 ~ 2023/1/4	30
2023.1月	2023/1/4 ~ 2023/1/30	26
2月	2023/1/30 ~ 2023/2/27	28
3月	2023/2/27 ~ 2023/3/27	28

## 4. 2 高濃度周辺調査

### 4. 2. 1 上板町

上板町周辺での月毎の平均アンモニア濃度を表3に示す。上板町での測定地点6カ所のうち上板③において大気中のアンモニア濃度が最も高く、次いで上板①の濃度が高かった。それぞれ上板③には近傍に牛舎があり、上板①には種鶏場があったため、畜産関係施設由来のアンモニアの影響によるものと考えられる。また、上板⑥の大気中のアンモニア濃度が最も低い結果となった。当該

地点の近隣には畜産研究所や種鶏場があり、最寄りの畜産関係施設である畜産研究所までの距離がより離れた上板②と比較しても濃度が低かった。この原因として風向きの影響が考えられたため、上板⑥に2022/07/01 ~ 2022/09/29の期間に移動測定車で風向を測定した結果を図4に示す。上板⑥における各月の最多風向は北東であり、風上である北東に畜産関係施設がなかったことが大気中のアンモニア濃度が低い要因となった可能性がある。

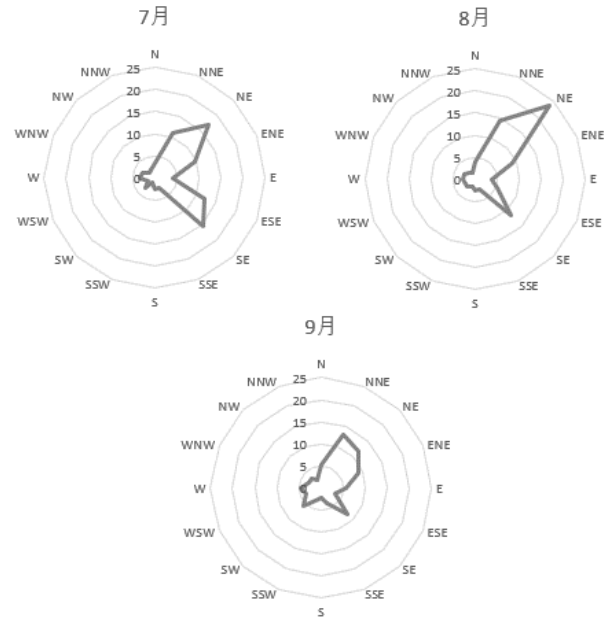


図4 2022年7月から9月における上板⑥の風向

### 4. 2. 2 川内町

月毎の平均アンモニア濃度を表4に示す。この結果、藍住や産業団地などの比較的西方に大気中のアンモニア濃度が高い地点が多いことが示されたが、川内周辺には当該地点よりも濃度が高い地点はなかった。また、川内は24時間の交通量が4万台を超える国道11号線<sup>4)</sup>まで200mと隣接しているものの、同様に国道11号線と隣接する自排徳島などの地点と比較しても高く、季節的な濃度変化も見られるため自動車排出ガスに起因するものではないと推察された。これらのことから、川内の測定局舎近傍にアンモニア濃度を上昇させる要因が自動車排出ガス以外にあると考えられたが、発生源と目される施設は見当たらなかった。一方で、周囲には畑作地が在るため、肥料など何らかの影響を受けた可能性があるが、主要因の究明には至っていない。

表2 広域調査における月別アンモニア濃度

(単位: ppb)

地点	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	年度平均
2021年度 上板①	6.2	6.0	9.9	10.1	11.0	8.8	7.5	8.0	7.4	7.7	9.1	8.2	8.3
2022年度 上板①	7.5	7.3	10.0	10.9	14.3	7.5	5.1	4.6	4.3	4.5	5.9	5.6	7.3
2021年度 川内	4.6	4.0	3.4	4.1	6.2	9.4	7.1	9.2	5.9	4.8	3.9	6.3	5.7
2022年度 川内	4.5	4.1	3.2	4.2	8.0	18.2	9.9	7.8	5.8	4.1	3.5	4.8	6.5
2021年度 応神	5.0	4.5	4.4	4.2	5.6	6.2	6.8	4.3	3.7	3.6	3.7	4.7	4.8
2022年度 応神	10.3	5.3	6.4	4.7	8.4	6.1	5.0	4.7	3.3	4.3	5.2	5.3	5.7
2021年度 北島	4.1	4.1	3.4	3.4	4.3	4.2	4.2	3.7	3.4	3.7	欠測	4.6	3.9
2022年度 北島	4.0	5.5	3.8	4.0	18.1	9.9	11.3	11.2	7.6	9.8	5.1	4.9	7.9
2021年度 徳島	2.9	2.7	2.8	2.3	2.7	3.1	2.8	2.5	2.3	2.3	2.1	3.1	2.6
2022年度 徳島	2.9	2.5	3.0	2.6	3.1	2.5	2.6	2.7	2.0	2.7	2.4	2.8	2.6
2021年度 自排徳島	3.1	欠測	3.9	3.7	4.0	3.9	3.7	2.9	3.1	3.1	3.1	4.0	3.5
2022年度 自排徳島	5.0	4.8	2.3	4.7	7.0	3.4	3.4	3.5	2.7	3.3	3.1	3.9	3.9
2021年度 鳴門	2.4	2.5	2.3	2.7	3.2	3.1	4.1	4.0	3.3	2.5	2.8	3.7	3.1
2022年度 鳴門	2.8	3.0	2.3	2.7	3.8	2.7	3.5	4.5	2.9	3.6	2.8	4.7	3.3
2021年度 吉野川	3.5	3.7	4.0	4.6	4.3	3.8	3.5	2.4	2.1	2.2	2.1	3.3	3.3
2022年度 吉野川	3.6	3.4	4.9	4.8	5.4	3.1	2.7	2.6	2.0	2.3	2.5	2.9	3.3
2021年度 神山	1.8	1.6	2.1	1.7	1.7	1.4	1.4	0.7	0.9	0.7	0.8	1.3	1.4
2022年度 神山	1.4	2.0	5.6	2.3	2.6	1.4	1.6	1.2	0.6	0.7	0.5	1.1	1.8
2021年度 小松島	2.7	2.6	2.8	2.6	2.2	2.4	2.6	1.7	1.7	1.2	1.3	2.6	2.2
2022年度 小松島	2.7	2.2	2.5	2.4	3.0	2.4	2.0	2.1	1.5	1.9	1.4	2.1	2.2
2021年度 脇町	3.6	3.2	3.7	3.2	3.1	3.1	3.1	1.8	1.7	1.5	1.5	2.8	2.7
2022年度 脇町	3.4	3.4	3.9	3.6	3.4	2.8	2.1	2.0	1.4	1.9	2.1	3.0	2.8
2021年度 池田	2.6	2.0	2.1	1.9	2.3	3.1	2.0	1.0	0.9	1.1	0.8	1.3	1.8
2022年度 池田	2.0	2.1	1.9	2.6	1.6	1.8	1.0	1.5	0.8	1.0	0.6	1.7	1.6
2021年度 那賀川	2.7	1.9	2.2	2.6	1.6	2.3	2.2	1.6	1.8	1.5	1.4	2.5	2.0
2022年度 那賀川	2.6	2.2	1.8	1.9	2.2	2.0	1.9	2.0	1.4	1.9	1.8	1.8	2.0
2021年度 阿南	2.7	1.8	2.0	2.1	1.9	2.0	2.1	1.8	1.7	1.6	1.7	1.6	1.9
2022年度 阿南	2.4	2.0	1.9	2.2	1.8	1.9	1.7	1.9	1.6	2.3	1.7	2.0	1.9
2021年度 大湊	3.6	5.5	5.3	5.2	5.8	4.9	5.6	3.1	1.9	1.8	1.5	4.7	4.1
2022年度 大湊	4.5	2.7	3.6	7.5	4.9	4.4	3.9	4.0	1.4	2.2	1.7	5.0	3.8
2021年度 鷺敷	1.2	0.6	1.5	1.4	1.2	0.8	0.9	0.4	0.6	0.4	0.5	0.7	0.9
2022年度 鷺敷	1.2	1.0	0.9	1.5	1.6	0.9	0.7	0.8	0.4	0.7	0.4	0.7	0.9
2021年度 美波	1.5	0.8	1.1	1.1	0.5	1.3	1.6	0.9	1.0	0.9	0.9	1.5	1.1
2022年度 美波	1.8	1.2	1.0	1.2	0.9	0.9	1.1	1.2	0.8	0.9	0.8	1.5	1.1

表3 高濃度周辺調査における上板町周辺での月別アンモニア濃度

(単位: ppb)

地点	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	年度平均
2022年度 上板①	7.5	7.3	10.0	10.9	14.3	7.5	5.1	4.6	4.3	4.5	5.9	5.6	7.3
2022年度 上板②	-	-	-	7.4	9.2	6.0	5.8	5.3	3.6	4.9	4.8	6.1	5.9
2022年度 上板③	-	-	-	15.1	15.9	11.1	7.8	7.1	5.6	7.1	9.0	12.4	10.1
2022年度 上板④	-	-	-	7.4	9.2	6.4	6.5	6.7	4.2	5.5	5.4	6.8	6.5
2022年度 上板⑤	-	-	-	7.1	8.6	6.2	4.1	3.8	2.4	3.2	3.4	4.9	4.9
2022年度 上板⑥	-	-	-	5.0	4.6	4.0	4.1	3.0	1.4	2.1	2.4	4.1	3.4

表4 高濃度周辺調査における川内町周辺での月別アンモニア濃度

(単位: ppb)

地点	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	年度平均
2022年度 川内	4.5	4.1	3.2	4.2	8.0	18.2	9.9	7.8	5.8	4.1	3.5	4.8	6.5
2022年度 応神	10.3	5.3	6.4	4.7	8.4	6.1	5.0	4.7	3.3	4.3	5.2	5.3	5.7
2022年度 北島	4.0	5.5	3.8	4.0	18.1	9.9	11.3	11.2	7.6	9.8	5.1	4.9	7.9
2022年度 北島北	-	-	-	-	6.2	4.1	5.1	5.7	4.0	5.0	4.1	5.9	5.0
2022年度 川内南	-	-	-	-	3.9	2.8	2.5	2.7	2.1	2.5	2.2	2.9	2.7
2022年度 産業団地	-	-	-	-	7.4	4.8	6.0	5.8	4.2	5.3	5.2	6.8	5.7
2022年度 松茂	-	-	-	-	3.6	2.5	3.3	3.4	2.6	3.0	3.0	3.5	3.1
2022年度 藍住	-	-	-	-	8.5	5.7	7.3	6.7	4.3	5.8	5.5	7.9	6.5
2022年度 古川	-	-	-	-	3.5	3.2	3.4	3.4	2.4	3.0	2.7	3.8	3.2

## 5. まとめ

パッシブサンプラーを用いて県内各地で大気中のアンモニア濃度について測定を行った。県内のアンモニア濃度は夏季に高く冬季に低い傾向であったが、一部地域では6月頃に濃度のピークを迎える地点も見られた。広域調査及び周辺調査のすべてのデータにおける年度平均値は0.9～10.1ppbであった。

広域調査の結果、地域間では県東部で高く、県西部及び県南部で低い傾向にあった。県東部では特に上板町が高く、次いで徳島市川内町が高かった。そこで、上板町で周辺調査を実施したところ、畜産関係施設に近い測定地点で大気中アンモニア濃度が高い傾向にあった。一方風向の影響で畜産関係施設と近接していても濃度が比較的低い地点もあった。徳島市川内町でも濃度が高かった地点の周囲に測定地点を増やしたが、周囲には当該地点より濃度の高い地点はなく、自動車排出ガス以外の何らかの影響のほか、季節的変動をもたらす要因があると考えられた。当該地の周囲は畑作地であることから肥料由来の影響を受けた可能性がある。

## 6. 引用文献

- 1) 山田健太, 森兼祥太, 山下大輔, 三宅崇仁, 三好寛幸, 立木伸治: 徳島県における大気中のアンモニア濃度について. 徳島県立保健製薬環境センター年報 **12**, 26-31, 2022
- 2) 全国環境研協議会・酸性雨広域大気汚染調査研究部会: 第6次酸性雨全国調査実施要領 (2021)
- 3) 池田有里, 岩崎綾, 菊池優也, 桐原仁志, 濱村研吾, 久恒邦裕, 牧原秀明, 村田智穂, 山口高志, 山田大介, 家合浩明, 久保智子, 高石豊: 第6次酸性雨全国調査報告書2019 (令和元) 年度. 全国環境研究会誌, **46**, (3), 75-114 (2021)
- 4) 国土交通省ホームページ: 全国道路・街路交通情勢調査 (道路交通センサス) 令和3年度全国道路・街路交通情勢調査  
<https://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-data/ir-data.html> (2024. 2. 29アクセス)