

<報文>

## 青森県内における稲わら焼却による大気汚染状況について\*

北島 茂\*\*・対馬典子\*\*・野澤直史\*\*\*

キーワード ①稲わら焼却 ②SPM ③PM<sub>2.5</sub> ④大気汚染常時監視 ⑤アルデヒド類 ⑥ベンゾ[a]ピレン

### 要 旨

青森県津軽地域に設置している大気汚染常時監視測定局(五所川原第三中学校局)では、毎年10月期に稲わら焼却によるものと推察される浮遊粒子状物質濃度及び微小粒子状物質濃度の上昇が認められており、稲わら焼却時は、19時頃がピークとなっていた。10月期における浮遊粒子状物質濃度の月平均値は、2008年度までは横ばいで推移していたが、2009年度以降は稲わら焼却面積の割合の減少と相まって、低下傾向が見受けられた。また、アルデヒド類濃度及びベンゾ[a]ピレン濃度も、稲わら焼却が行われているときは明らかな上昇が認められ、浮遊粒子状物質濃度及び微小粒子状物質濃度とも良好な正の相関があった。

### 1. はじめに

青森県の西部に位置する津軽地域は、中央に岩木川が流れ、岩木川流域には広大な水田地帯が広がっている<sup>1)</sup>。2017年の水稲作付面積は26,832 haであり、県全体の約54%を占める稲作が盛んな地域である<sup>2)</sup>。

青森県では、大気汚染防止法に基づき、19の測定局(青森県：9局、青森市：5局、八戸市：5局)において自動測定機による大気汚染常時監視を実施しているが、このうち津軽地域の五所川原第三中学校局(以下、五三中局)において、稲刈り、脱穀が終わった後に出る稲わらの焼却によるものと推察される浮遊粒子状物質(以下、SPM)濃度及び微小粒子状物質(以下、PM<sub>2.5</sub>)濃度の上昇が認められている。水稲作付面積に対する稲わらの焼却面積の割合は、県全体としては、2008年では2.9%であったのに対し、2017年では1.1%と減少傾向にはあるものの<sup>2)</sup>、津軽地域では依然として稲わら焼却が行われているところもある(図1)。

稲わら焼却の環境大気への影響を把握するため、県では1975年から1981年にかけて、五所川原市内において稲わら焼却時の環境大気調査を実施した<sup>3),4)</sup>。

また、2002年度からは、同市内にある五三中局において自動測定機による大気汚染常時監視を開始し、2006年

度からは同局において、有害大気汚染物質であるアルデヒド類(ホルムアルデヒド及びアセトアルデヒド)、ベンゾ[a]ピレン及び粉じんの濃度調査を毎年10月に実施してきた。

本報では、五三中局を対象に、自動測定機による大気汚染常時監視測定結果(SPM及びPM<sub>2.5</sub>)、アルデヒド類、ベンゾ[a]ピレン及び粉じんの濃度について、稲わら焼却時における基本的な特徴を考察したので報告する。

### 2. 調査内容

#### 2.1 調査地点

五三中局の位置を図2に示す。五三中局の属性は一般環境大気測定局であり、広範囲にわたり水田に囲まれた住宅地の中に位置している。

#### 2.2 調査項目及び解析期間

調査項目及び解析期間を表1に示す。いずれも調査開始年度から解析対象とした。なお、2018年度のSPM濃度及びPM<sub>2.5</sub>濃度は速報値である。

#### 2.3 有機化合物等の測定

アルデヒド類、ベンゾ[a]ピレン及び粉じんの濃度測定

\*Air Pollutants from Rice Straw Incineration in Environmental Atmosphere in Aomori Prefecture

\*\*Shigeru KITABATAKE, Noriko TSUSHIMA (青森県環境保健センター) Aomori Prefectural Public Health and Environment Center

\*\*\*Naofumi NOZAWA (青森県中南地域県民局環境管理部) Chunan Regional Administration Bureau Environmental Management Department of Aomori Prefectural Government



図1 稲わら焼却の状況(2018年10月に津軽地域で撮影したもの)



図2 調査地点

は、有害大気汚染物質測定法マニュアル(環境省)に準じて実施した。サンプリングは、稲わら焼却が行われると予想される日を選んで行った。なお、2006年度から2012年度までは12時間サンプリング、2013年度から2018年度は24時間サンプリングで実施した。

### 3. 結果と考察

#### 3.1 月平均値の推移

五三中局におけるSPM濃度及びPM<sub>2.5</sub>濃度の月平均値の年間推移について、年度ごとに表したものを図3に示す。期間は2011年度から2018年度までとし、測定機の故障や不具合により月の半分以上の日平均値が欠測となった月については除外した。

SPM濃度及びPM<sub>2.5</sub>濃度ともに、概ね春から夏にかけて高く、夏から冬にかけて低い濃度で推移しているが、10月は9月及び11月に比べると一時的に高くなるが多かった。

青森県では、稲わらの焼却は概ね9月末から11月初めにかけて行われ、10月にピークを迎えることが多いため、

表1 調査項目及び解析期間

調査項目	解析期間
SPM	2002～2018年度
PM <sub>2.5</sub>	2011～2018年度
ホルムアルデヒド	
アセトアルデヒド	
ベンゾ[a]ピレン	2006～2018年度
粉じん	

このことが影響したものと考えられた<sup>3)</sup>。

#### 3.2 時刻別変動

五三中局におけるSPM濃度及びPM<sub>2.5</sub>濃度について、2011年度から2017年度までの各時刻の平均値を算出し、各月ごとに日内の時刻別変動を表したものを図4に示す。

SPM濃度及びPM<sub>2.5</sub>濃度ともに、各月により濃度上昇の時間帯及びその程度には若干の違いはあるものの、午前中(概ね6時から12時頃)と夕方から夜間(概ね16時から24時頃)に2山型の濃度の上昇がみられ、特に10月は19時頃にピークが出現していた。すべてを巡回で確認したものではないが、稲わら焼却は昼頃から行われはじめ、午後から夕方にかけて多くの場所で行われており、また、晴れた日の夕方は放射冷却により接地逆転層が形成されやすい<sup>5)</sup>ことから、夕方頃にSPM濃度及びPM<sub>2.5</sub>濃度が顕著に上昇したものと推察された。

#### 3.3 経年変化

五三中局の10月期におけるSPM濃度及びPM<sub>2.5</sub>濃度の平均値及び津軽地域のうち、五三中局がある西北地域における水稲作付面積に対する稲わら焼却面積の割合<sup>6)</sup>の経年変化を図5に、短期環境基準値超過の状況を表2に示す。

SPM濃度は、2008年度までは変動が大きく、2009年度以

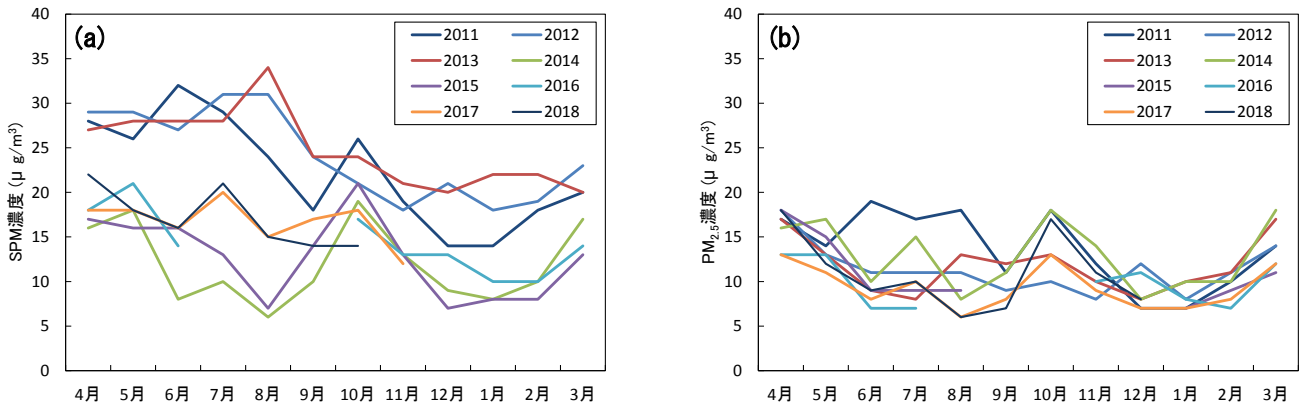


図3 月平均値の推移 ((a) : SPM濃度, (b) : PM<sub>2.5</sub>濃度)

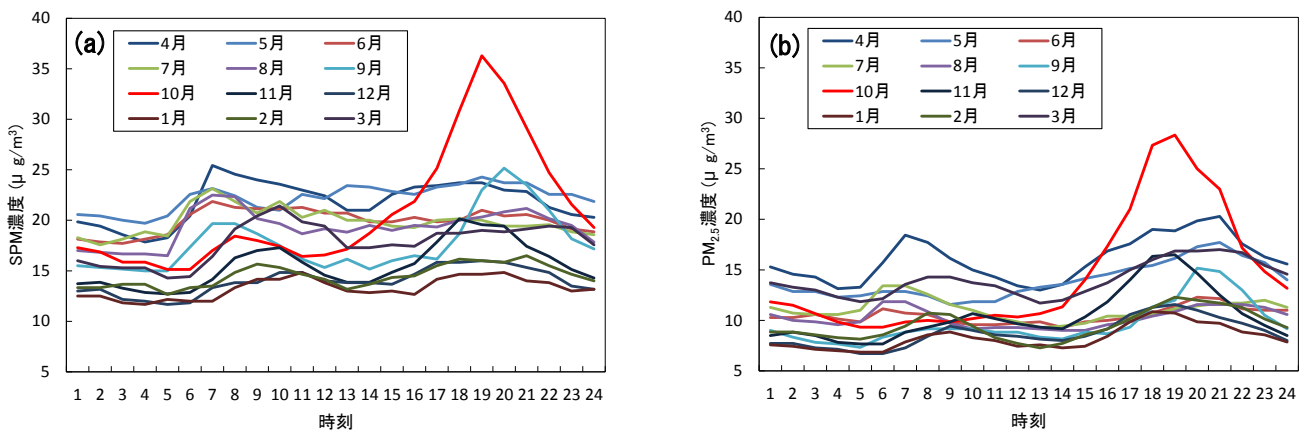


図4 時刻別変動 ((a) : SPM濃度, (b) : PM<sub>2.5</sub>濃度)

降は低下傾向にあると見受けられた。また、短期環境基準値を超過した時間数は、2009年度以降は少なくなっていた。

青森県では「青森県稲わらの有効利用の促進及び焼却防止に関する条例」を2010年度に施行し、巡回指導や稲わら焼却等の防止に関する啓発に加え、すき込みをはじめとした稲わらを有効利用するための対策を実施している<sup>7)</sup>。図5の稲わら焼却の割合の2008年度から2017年度までの経年変化をみると、2010年以降では大きく減少したことがわかる。SPM濃度が減少傾向を示す時期とは若干の違いがあるものの、近年の減少傾向については、当該条例の効果とも推察できる。一方、PM<sub>2.5</sub>濃度については、2011年度から調査を開始していることや、2015及び2016年度は機器の故障により欠測となっていることからデータ数が少なく、現時点では傾向について判断が難しいため、今後も推移をみていく必要がある。

### 3.4 有機化合物及び粉じん濃度測定結果

アルデヒド類は合成原料として製造されるほか、燃焼過程によって生成され、また、ベンゾ[a]ピレンは木材の

燃焼、剪定くずや農業廃棄物などのバイオマスの不完全燃焼、自動車や航空機の排ガスなどで発生することが知られており、有害大気汚染物質の中でも優先取組物質とされていることから、青森県では、稲わら焼却が行われると予想される日を選んでこれらの有機化合物及び粉じんの濃度測定を実施している。

一例として、2018年10月の調査において粉じんをサンプリングしたろ紙の写真を図6(a)に示す。サンプリングはハイボリウムエアサンプラを用い、1.1 m<sup>3</sup>/minの流量で24時間吸引し、石英繊維ろ紙に捕集した。また、調査した時間帯付近のSPM濃度及びPM<sub>2.5</sub>濃度の常時監視結果を図6(b)に示す。①は稲わら非焼却時に捕集したものであり、②及び③は稲わら焼却が行われている時に捕集したものである。稲わら非焼却時は通常の捕集時に見られる灰色の粉じんであるが、稲わら焼却時は茶褐色の粉じんが捕集されていた。粉じん濃度は、①の期間については26 μg/m<sup>3</sup>であったのに対し、②及び③の期間では、36及び44 μg/m<sup>3</sup>であった。また、ベンゾ[a]ピレン濃度は、①の期間については0.043 ng/m<sup>3</sup>であったのに対し、②及び③の期間では、0.46及び0.60 ng/m<sup>3</sup>であった。いずれ

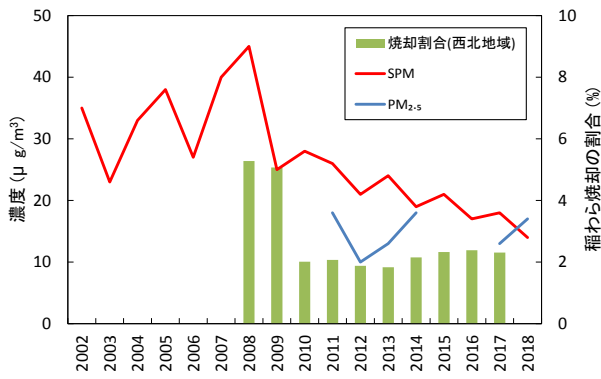


図5 月平均値(10月期)及び稲わら焼却の割合(西北地域)の経年変化

表2 短期環境基準値超過状況(10月期)

年度	SPM		PM <sub>2.5</sub>	
	時間数	1時間値の最大値(μg/m <sup>3</sup> )	日数	日平均値の最大値(μg/m <sup>3</sup> )
2002	0	197		
2003	2	310		
2004	10	421		
2005	4	514		
2006	8	360		
2007	18	463		
2008	26	714		
2009	0	117		
2010	4	1,100		
2011	4	346	3	42.5(192)
2012	0	136	0	22.3(107)
2013	1	235	1	48.3(165)
2014	4	338	4	54.6(200)
2015	1	235	-	-(-)
2016	0	197	-	-(-)
2017	0	83	0	34.0(130)
2018	0	163	1	39.6(186)

PM<sub>2.5</sub>濃度の( )は当該年度10月期の1時間値の最大値を示す。

も稲わら焼却時は、非焼却時よりも高い濃度であった。

ホルムアルデヒド、アセトアルデヒド、ベンゾ[a]ピレン、粉じん、SPM及びPM<sub>2.5</sub>の濃度の各項目間の相関をみるため、2006年度から2018年度(ただし、PM<sub>2.5</sub>については2011年度から2018年度)までに行った調査結果を用いて単相関解析を行った。その結果を図7及び表3に示す。なお、SPM濃度及びPM<sub>2.5</sub>濃度の常時監視結果については、有機化合物等のサンプリング時間帯の平均値とした。

ホルムアルデヒド、アセトアルデヒド及びベンゾ[a]ピレンの2006年度から2018年度までの最小値から最大値の濃度は、それぞれ0.81~18 μg/m<sup>3</sup>、0.97~15 μg/m<sup>3</sup>及び0.037~4.9 ng/m<sup>3</sup>であり、SPM濃度及びPM<sub>2.5</sub>濃度が高いときには有機化合物等の濃度も高くなる良好な正の相関が

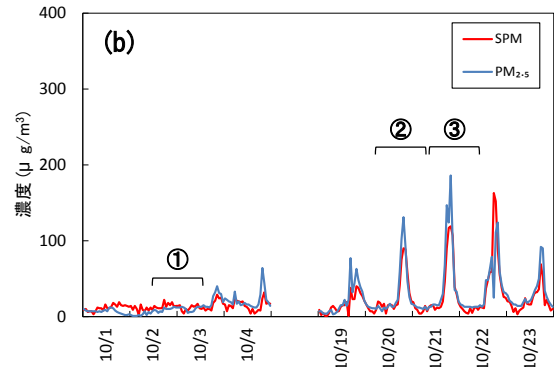
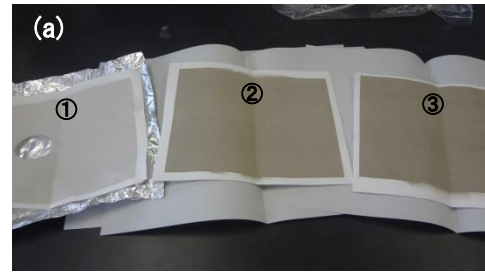


図6 粉じんの捕集状況(a)並びにSPM濃度及びPM<sub>2.5</sub>濃度の常時監視結果(b)(2018年10月)(①:稲わら非焼却時, ②及び③:稲わら焼却時)

認められた( $r = 0.753 \sim 0.966$ )。

なお、既報<sup>8)</sup>において、青森県の南東に位置し、稲わら焼却の影響を受けていないと考えられる八戸市内の大気汚染常時監視測定局で実施した有機化合物、粉じん及び常時監視測定結果(SPM濃度及び二酸化窒素濃度)による各項目間の相関については、粉じん濃度とSPM濃度のみ相関があると認められるものの、有機化合物の濃度とSPM濃度の相関は低いことを報告している。

#### 4. まとめ

青森県津軽地域における稲わら焼却時の大気汚染について、五所川原第三中学校局におけるSPM濃度及びPM<sub>2.5</sub>濃度の常時監視測定結果並びに有機化合物及び粉じんの濃度測定結果について考察した結果、以下のことがわかった。

- ①SPM濃度及びPM<sub>2.5</sub>濃度の時刻別変動については、稲わら焼却が行われる10月期の19時頃にピークとなる特異的な状況が認められた。
- ②10月期における2002年度以降の経年変化をみたところ、SPM濃度については、2009年度以降減少傾向が見受けられ、「青森県稲わらの有効利用の促進及び焼却防止に関する条例」の施行に伴い、以後は各種取組により稲わらを焼却しない方向になったことが奏功したものと推察された。
- ③SPM濃度及びPM<sub>2.5</sub>濃度の常時監視結果と有機化合物及び粉じん濃度測定結果との相関をみたところ、いずれの項目においても良好な正の相関が認められた。

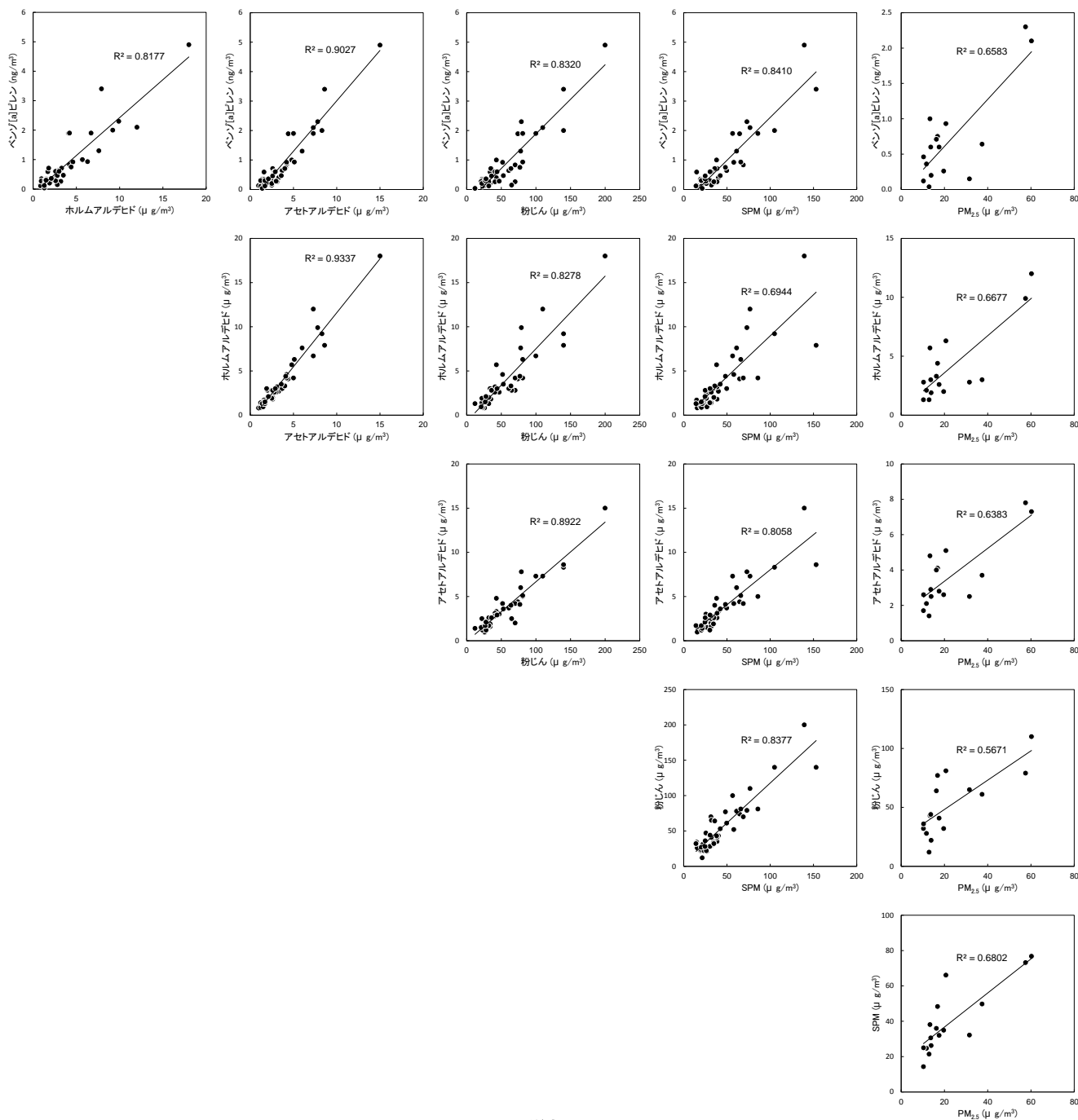


図7 単相関図

表3 単相関行列 (n=42)

5%有意 (>0.304)

1%有意 (>0.392)

	ベンゾ[a]ピレン	ホルムアルデヒド	アセトアルデヒド	粉じん	SPM	PM <sub>2.5</sub>
ベンゾ[a]ピレン	1	0.904	0.950	0.912	0.917	0.811
ホルムアルデヒド		1	0.966	0.910	0.833	0.817
アセトアルデヒド			1	0.945	0.898	0.799
粉じん				1	0.915	0.753
SPM					1	0.825
PM <sub>2.5</sub>						1

PM<sub>2.5</sub>については、2011年度からの調査であることから調査回数が少なく (n=16)、5%有意 (>0.495)、1%有意 (>0.619) である。

## 5. 引用文献

- 1) 東北農政局五所川原統計・情報センター：西北地域の稲作農業の姿，1-2，2005
- 2) 青森県農林水産部食の安全・安心推進課：平成30年度稲わら有効利用の促進及び焼却防止対策連絡会議資料
- 3) 橋本康孝，他：「ワラ焼き」の環境大気について．青森県公害調査事務所報，**2**，27-37，1977
- 4) 鎌田啓一：「わら焼き」の環境大気について-第II報 自動連続測定機による結果への一考察．青森県公害調査事務所報，**3**，19-22，1979
- 5) 福崎紀夫：稲わら焼却にともなう大気汚染について．新潟県理化学技術職員協議会，**7**，37-42，新潟理化学，新潟，1981-4
- 6) 西北地域県民局地域農林水産部：平成30年度事業概要
- 7) 青森県：稲わらを有効利用しましょう！，<https://www.pref.aomori.lg.jp/sangyo/agri/2008-0718-inawara.html>（2019.5.8アクセス）
- 8) 対馬典子，他：青森県内における稲わら焼却による大気汚染状況-五所川原第三中学校局と八戸小学校局での観測データの比較考察より-，**27**，53-65，2016