

---

# 山形県における光化学オキシダント及び浮遊粒子状物質濃度

## 1. はじめに

山形県は、東北地方の日本海側に位置し、蔵王、月山、鳥海、吾妻、飯豊、朝日と日本百名山に数えられる山々に囲まれ、最上川が南から連なる米沢、山形、新庄の各盆地と庄内平野を流れ日本海にそそぎ、各盆地と庄内平野で気候が異なっている。

本県における光化学オキシダントの測定値は、3月から6月にかけて環境基準を超える濃度が毎年観測されている。2009年4月11日には、長井市を中心とする西置賜地域に山形県で初めて光化学オキシダント注意報が発令された。一方、2008年度の光化学オキシダントを除く測定項目（二酸化硫黄、二酸化窒素、一酸化炭素、浮遊粒子状物質）の環境基準達成状況は、全ての測定局において環境基準を達成している。

## 2. 選定5局の属性情報（表 1.a～e）

### 2.1 選定理由

O<sub>x</sub>、SPM、NO<sub>x</sub>の3項目全てを測定し、かつ1990年度以降継続測定している一般局で、解析の際に広域性が持てるよう測定局を選定した。

### 2.2 測定データの連続性

いずれの測定局も設置以来、移設は行われていない。

## 3. 解析結果

### 3.1 経年変化の変動特性

#### 3.1.1 O<sub>x</sub> 濃度年平均値（図 1.a, b）

年平均値経年変化（図 1.a）をみると、1990～2007年度の全体傾向として5局平均では年度ごとの変動が大きいですが、変化率（傾き）は0.31ppb/年とやや増加傾向がみられた。

各局の特徴としては、山形十日町局は他の4局に比較して低濃度で横ばいを示した。鶴岡西新斎局は5局平均値の経年変化と比較し、高めに推移した。酒田若浜局は2004年度まで余目局に次いで高い濃度で推移し、2006年度、2007年度では5局で一番高い濃度を示した。村山地域の天童老野森局は山形十日町局と同傾向で低濃度で推移しているが、年平均値の変化率をみると0.38ppb/年と増加率は5局中最大であった。余目局は5局中最高濃度を示すことが多いが、年平均値の変化率では0.16ppb/年と増加率は最小であった。

O<sub>x</sub> 濃度の年平均値経年変化（5年間移動平均）（図 1.b）をみると、年平均値経年変化と同様にやや増加傾向がみられた。

年度と年平均値の相関係数を比較すると、大きいものから順に0.86(天童老野森局)、0.70(酒田若浜局)、0.67(山形十日町局)、0.57(余目局)、0.50(鶴岡西新斎局)であった。

地域を比較して見ると山形十日町局と天童老野森局は他の3局に比べて低い濃度で推移している。これは県内の内陸部に位置しているため、大陸からの越境汚染の影響を受けにくいことが推測される。

測定方法を乾式に切替えた際のO<sub>x</sub>濃度平均値への影響は、余目局（1999年4月に切替え）で、前年度より2ppb上昇した。山形十日町局（2004年4月に切替え）では変化がなかった。鶴岡西新斎局（2004年4月に切替え）で前年度より3ppb低下した。また、酒田若浜局（2005年3月に切替え）で前年度より6ppb低下した。これらの結果からは、測定方法を替えたことによるデータへの影響は確認できなかった。

---

なお、乾式に替える前の湿式の測定機には、今回の解析年度以前から向流吸収管自動洗浄機付を使用している。

### 3.1.2 Ox 高濃度発生状況 (図 2.a, b、図 3.b, b')

年最大値の経年変化(図 2a)を見ると年度ごとに変動があるものの、長期的にやや増加傾向を示し、5 年間移動平均 (図 2b) においてもやや増加傾向を示したが、2002 年度以降はほぼ横ばいである。

Ox 濃度が 60 ppb 以上の時間数の経年変化 (図 3b) をみると年度ごとに変動があるものの、長期的にはやや増加傾向を示し、5 年間移動平均 (図 3b') においても増加傾向を示したが、2002 年度以降は減少傾向が見られた。

### 3.1.3 Ox 濃度年度別平均値と平年値(1990~2007)との偏差の状況 (図 4)

5 局の平年値 30.4ppb に対し年度毎の平均値の偏差は -8.5~+2.6ppb の範囲にあり、1990 年度と 1991 年度を除き偏差は小さかった。2000~2003 年度までは正の偏差を示す場合が多かったが、2004 年度以降は逆に負の偏差を示す年が増加した。

### 3.1.4 Ox 濃度ランク別時間数(図 5.a~g、図 5.a'~g'、図 6.a~f)

Ox 濃度ランク別(20ppb 毎)時間数の経年変化 (図 5.a~g、図 5.a'~g'、図 6.a~f) から、以下の傾向が認められた。

0~19ppb の低濃度域では 1995 年度まで減少傾向を示し、それ以降は横ばいを示した。20~39ppb の低濃度域では経年的に出現時間数が増加傾向を示している。

5 年間移動平均をみると、40ppb 以上の時間数は 2000 年度までは増加傾向を示したが、2001 年度以降は減少傾向を示した。

積み上げ棒グラフ (図 6.a~f) をみると、最近 2003~2007 年度の 5 年間では 0~39 ppb の出現割合が経年的に増加傾向にあった。40 ppb 以上の出現割合については、相対的に減少傾向が認められた。

### 3.1.5 Ox 濃度月平均値の経年変化(図 15.a~l、図 15.a'~l')

Ox 濃度の月平均値の経年変化 (図 15.a~l) を見ると、概ね各月とも、年平均値の経年変化と同様の傾向が認められた。即ち、年度ごとの変動が大きいが、2000 年度以降やや減少傾向を示している。但し月毎に見ていくと、4、5 月の春及び 9 月の秋については、上昇が小さいもののほぼ横ばいに近かった。

年間を通してみると、3~6 月の春の時期に Ox 高濃度化が顕著であった。

### 3.1.6 Ox 濃度 60 ppb 以上の月別出現率の経年変化(図 16-2.a~l、図 16-2.a'~l')

Ox 濃度 60 ppb 以上の月別出現時間率の経年変化 (図 16.a~l) を見ると、概ね各月とも、年平均値の経年変化と同様の傾向が認められた。即ち、年度ごとの変動が大きいが、やや減少傾向を示している。但し月毎に見ていくと、3~10 月までは 60 ppb 以上の出現は見られるものの、11~2 月にかけてはほとんど 60 ppb 以上の出現は見られなかった。

### 3.1.7 ポテンシャルオゾン(PO)濃度でみた年平均値の経年変化(図 17.a, b)

概ね経年変化の傾向としては、Ox 濃度年平均値の経年変化 (図 1) と同様であり、やや増加傾向がみられた。

Ox 濃度年平均値の経年変化と比べると、PO 濃度で評価した場合、測定局間のばらつきが小さくなった。これは PO の方が、都市域の NO で喰われて潰れた (NO Titration) O<sub>3</sub> を“正当”に評価していることを示している。年毎の濃度変動パターンについては、Ox と PO で差異が認められなかった。

### 3.1.8 PO 濃度月平均値の経年変化(図 20.a~l、図 20.a' ~l')

PO 濃度の月平均値の経年変化(図 20.a~l)を見ると、概ね各月とも、Ox 濃度月平均値の経年変化(図 15.a~l)と同様、2000 年度以降やや減少傾向が認められたが、PO 年平均値と同様、測定局間のばらつきが小さくなった。但し月毎に見ていくと 5~9 月の春から秋にかけては、上昇が小さいもののほぼ横ばいに近いことがわかる。

年間を通してみると、3~6 月の春の時期における PO 高濃度化が顕著であった。

### 3.1.9 SPM 濃度年平均値(図 7.a, b)

SPM 濃度年平均値の経年変化を 5 局平均でみると、ゆるやかな濃度減少傾向がみられた。

また、年平均値の傾きの 5 局平均では、 $-0.63 \mu\text{g}/\text{年}$ であった。局別では全局が減少を示しており、減少率が最大なのは天童老野森局の $-1.34 \mu\text{g}/\text{年}$ であった。

### 3.1.10 SPM 濃度 2%除外値(図 8a, b)

5 局平均の 2%除外値についても、ゆるやかな濃度減少傾向がみられた。

また、平均値相関係数においては、1990 年度以降の 5 局平均では、 $-1.33 \mu\text{g}/\text{年}$ であった。局別では全局が減少を示しており、減少率が最大なのは天童老野森局の $-2.96 \mu\text{g}/\text{年}$ であった。

### 3.1.11 SPM 高濃度( $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上)発生状況(図 9b, b')

SPM 濃度  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上の時間数の経年変化を見ると、減少している。

### 3.1.12 SPM 濃度月平均値の経年変化(図 18.a~l、図 18.a' ~l')

SPM 濃度月平均値の経年変化(図 18.a~l)を見ると、年度ごとの変動が大きいが、やや減少傾向を示している。

月別の特徴として、3~8 月の春~夏にかけての時期は黄砂の影響もあり変動が大きいが、9~2 月の秋~冬にかけての時期はやや減少傾向が認められた。

5 局平均の月平均値の減少率で見ると、1990~2007 年度では 12 月が最も大きく $-0.97 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{年}$ 、次いで 7、11 月で $-0.87 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{年}$ であったが、最近 2003~2007 年度では 7 月が最も大きく $-2.44 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{年}$ であった。

なお、SPM 濃度月平均値の経年変化パターンと Ox 濃度月平均値の経年変化パターンについて類似性は認められず、Ox 高濃度に対する二次生成粒子の寄与する関係ははっきりしなかった。

### 3.1.13 SPM 濃度 $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上の月別出現率の経年変化(図 19-2.a~l、図 19-2.a' ~l')

SPM 濃度  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上の月別出現時間率の経年変化(図 19-2.a~l、図 19-2.a' ~l')を見ると、概ね各月とも、SPM 濃度年平均値の経年変化と同様の傾向が認められた。即ち、年度ごとの変動があるが、ほぼ横ばい傾向を示している。

月別の特徴として、3~4 月の春の時期は黄砂の影響もあり変動が大きいが、10~2 月の秋~冬にかけての時期はやや減少傾向が認められた。

5 局平均の出現時間数(率)の減少率で見ると、1990~2007 年度では 11 月が最も大きく $-0.26\%/ \text{年}$ 、次いで 12 月で $-0.24\%/ \text{年}$ であったが、最近 2003~2007 年度では 3 月が最も大きく $-0.29\%/ \text{年}$ であった。

---

### 3.1.14 NO<sub>x</sub> 濃度年平均値 (図 22.a, b)

NO<sub>x</sub> 濃度年平均値の経年変化を 5 局平均で見ると、減少傾向がみられた。

また、年平均値の傾きの 5 局平均では、 $-0.28 \mu\text{g}/\text{年}$ であった。局別では全局が減少を示しており、減少率が最大なのは鶴岡西新斎局の $-0.41 \mu\text{g}/\text{年}$ であった。

## 3.2 経月変動・季節変動の特性

### 3.2.1 O<sub>x</sub> 濃度の季節的な特徴 (図 10.a~c、図 13.a~c)

O<sub>x</sub> 濃度月平均値の経月変動をみると、4~5 月に高く 7~8 月に低くなり、9~10 月に若干のピークが出現するものの秋から冬にかけてほぼ横ばいを示した。最近 5 年間も同様の傾向を示している。

O<sub>x</sub> 濃度 60ppb 以上の出現率の経月変動をみると、全期間 (1990~2006 年度) (図 13.a) では、春 (4 月~5 月) にピークを示し、その後、7 月まで急激に減少するが 9~10 月に若干のピーク出現を示した。

4、5 月のピークは、大陸からの「移流型」であることが推測された。

### 3.2.2 SPM 濃度の季節的な特徴 (図 11.a~c、図 14.a~c)

全期間 (1990~2007 年度) の SPM 月平均値の経月変動においては、4 月の春にピークが最大で、冬に最低濃度を示した。全体として経月変動は小さかった。

4 月に高濃度となるのは、光化学反応を中心とした二次生成に加えて、黄砂の影響によると考えられる。

SPM 濃度  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  以上の出現率の経月変動は、5 月に大きなピークを示し、8 月と 12 月に小さなピークを示した。最近 5 年間 (2003~2007 年度) の経月変動もほとんど同じパターンであった。

### 3.2.3 NO<sub>x</sub> 濃度の季節的な特徴 (図 12.a~c)

NO<sub>x</sub> 月平均値の経月変動をみると、1990~2007 年度の変動 (図 12.a) では、11~2 月を中心とする冬季に濃度が高く、5~8 月の夏季が低濃度となった。濃度差は山形十日町局で最も大きく、余目局で小さかった。最近 5 年間 (2003~2007 年度) の経月変動も、濃度は若干低くなっているもののほとんど同じパターンであった。

### 3.2.4 PO 濃度の季節的な特徴 (図 21.a~c)

PO 月平均値の経月変動をみると、O<sub>x</sub> 濃度月平均値の経月変動と同様に 4~5 月にピークを示し、7~8 月に減少するものの 9~10 月に若干のピークが出現するが、秋から冬にかけてほぼ横ばいを示した。最近 5 年間も同様の傾向を示している。

## 4. まとめと今後の課題

### (1) O<sub>x</sub> 濃度年平均値の経年変化

O<sub>x</sub> 濃度年平均値の経年変化は、全体としてやや増加傾向がみられた。

### (2) 高濃度 O<sub>x</sub> の発生状況

高濃度 O<sub>x</sub> の発生状況として、年度ごとに変動があるもののやや増加傾向を示し、2002 年度以降はほぼ横ばいであった。

### (3) O<sub>x</sub> 濃度ランク別出現時間数

O<sub>x</sub> 濃度ランク別出現時間数は、最近 5 年間における 0~39ppb の低濃度域では経年的に出現時間

---

数が増加傾向を示しているのに対し、40ppb以上の時間数は減少傾向を示した。

(4) O<sub>x</sub> 濃度月平均値の経年変化

O<sub>x</sub> 濃度月平均値の経年変化は、各月とも、年平均値の経年変化と同様のやや増加傾向が認められた。

(5) O<sub>x</sub> 濃度 60 ppb 以上の月別出現率の経年変化

O<sub>x</sub> 濃度 60 ppb 以上の月別出現時間率の経年変化は、年度ごとの変動が大きい、やや増加傾向を示している。

(6) ポテンシャルオゾン (PO) でみた年平均値の経年変化

ポテンシャルオゾン (PO) でみた年平均値の経年変化は、O<sub>x</sub> 濃度年平均値の経年変化と同様であり、やや減少傾向がみられた。O<sub>x</sub> 年平均値の経年変化と同様であったが、PO で評価した場合、測定局間のばらつきが小さくなった。年毎の濃度変動パターンについては、O<sub>x</sub> と PO で差異が認められなかった。

(7) PO 濃度月平均値の経年変化

PO 濃度月平均値の経年変化は、O<sub>x</sub> 濃度月平均値の経年変化と同様のやや増加傾向が認められたが、2000 年度以降はやや減少傾向を示している。

(8) SPM 濃度年平均値及び SPM 濃度 2%除外値の経年変化

SPM 濃度年平均値及び SPM 濃度 2%除外値の経年変化は、ゆるやかな濃度減少傾向がみられた。

(9) 高濃度 SPM の発生状況

高濃度 SPM の発生状況は、減少した。

(10) SPM 濃度月平均値の経年変化

SPM 濃度月平均値の経年変化は、年度ごとの変動が大きい、ほぼ横ばいの傾向を示した。

(11) SPM 濃度 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  以上の月別出現率の経年変化

SPM 濃度 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  以上の月別出現率の経年変化についても、SPM 濃度年平均値の経年変化と同様、年度ごとの変動が大きい、ほぼ横ばいの傾向が認められた。

(12) NO<sub>x</sub> 濃度年平均値の経年変化

NO<sub>x</sub> 濃度月平均値の経年変化は、年度ごとの変動が大きい、減少傾向を示している。

(13) O<sub>x</sub> 濃度の経月変動パターン

O<sub>x</sub> 濃度の経月変動パターンは、4~5 月に高く 7~8 月に低くなり、9~10 月に若干のピークが出現するものの秋から冬にかけてほぼ横ばいを示した。

(14) SPM 濃度の経月変動パターン

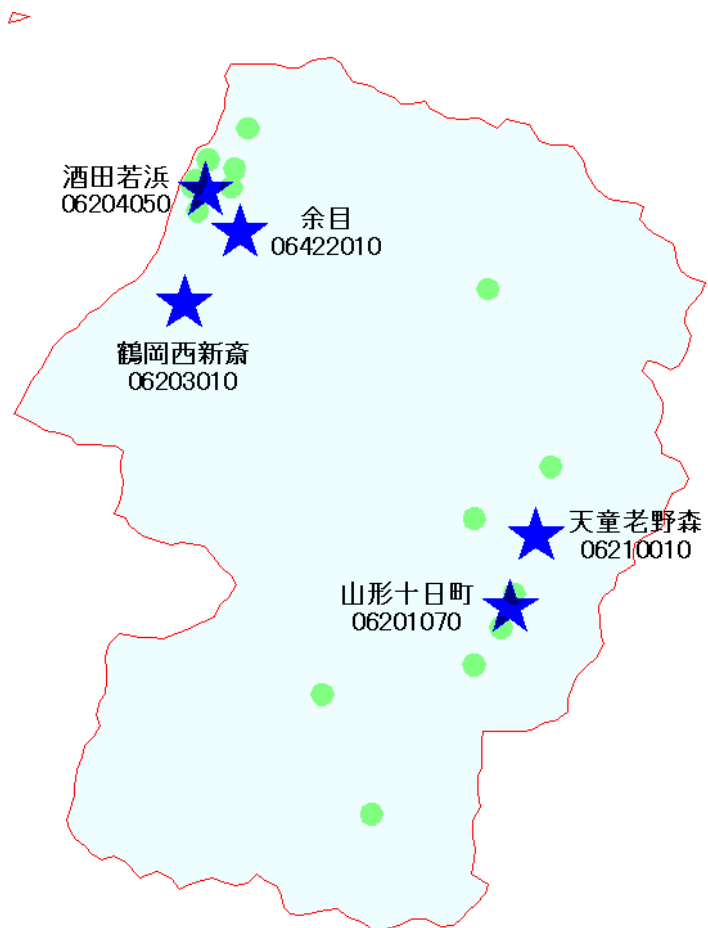
SPM 濃度の経月変動パターンは、4 月の春にピークが最大で、冬に最低濃度を示した。

(15) NO<sub>x</sub> 濃度の経月変動パターン

NO<sub>x</sub> 濃度の経月変動パターンは、11~2 月を中心とする冬季に濃度が高く、5~8 月の夏季が低濃度となった。

今後は、解析年度を長期化して山形県内の状況と他県市の状況を比較検討し、山形県と他県市との共通点・相違点等の特徴を、さらに明らかにしていきたいと考えている。

[執筆者：村岡悟（山形県環境科学研究センター）]



## 選定 5 局の属性情報

表 1.a 06201070 山形十日町

住所	山形市十日町 1-6-6
位置	山形市中心部の山形駅から東に約 500m に位置しており、標高は 142m である。(N38° 14' 56"、E140° 20' 6" )
地勢・気候	山形盆地の東南部に位置し、夏は 35℃になるなど蒸し暑く、冬には積雪はあるが県内では比較的弱風である。
交通	山形駅と山形市役所の間位置するため、交通量は多い。
用途地域	商業地域
周辺状況	市中心部で山形駅と山形市役所の間位置するため、周辺には百貨店等が立ち並ぶ。
周辺状況の変化	近年周辺に建物が建設され、大気の循環が悪くなっている。
測定局移設状況	なし
測定局設置年月	1978 年 10 月
Ox のデータ解析期間	1990～2007 年度
Ox の測定方法* <sup>1</sup>	2004 年 4 月 OxW→O <sub>3</sub> UV
SPM のデータ解析期間	1990～2007 年度
SPM の測定方法* <sup>2</sup>	1996 年 3 月 SPM→SPMB
NO <sub>x</sub> のデータ解析期間	1990～2007 年度
NO <sub>x</sub> の測定方法* <sup>3</sup>	1999 年 4 月 NO <sub>x</sub> →NO <sub>x</sub> CL
NMHC のデータ解析期間	測定なし
NMHC の測定方法	
備考	

\*1：OxWは吸光光度法向流吸収管自動洗浄装置付き、O<sub>3</sub>UVは紫外線吸収法を示す。

\*2：SPMは光散乱法、SPMBはβ線吸収法を示す。

\*3：NO<sub>x</sub>は湿式（吸光光度法）、NO<sub>x</sub>CLは乾式（化学発光法）を示す。

表 1.b 06203010 鶴岡西新斎

住所	鶴岡市西新斎 2-2
位置	鶴岡市の中心部に位置する鶴岡市役所から北西約 1km にあり、標高は 15m である。(N38° 44' 4"、E139° 48' 53")
地勢・気候	庄内平野の南部に位置し、冬は冷たい風が吹き若干積雪がある。
交通	旧国道 7 号線沿いに位置するため、交通量が多い。
用途地域	第 1 種住居地域
周辺状況	周辺は住宅と商店が混在した市街地である。
周辺状況の変化	北側 500m はかつて田園地が広がっていたが、最近は宅地化が進んでいる。
測定局移設状況	なし
測定局設置年月	1989 年 4 月
Ox のデータ解析期間	1990～2007 年度
Ox の測定方法* <sup>1</sup>	2004 年 4 月 OxW→O <sub>3</sub> UV
SPM のデータ解析期間	1990～2007 年度
SPM の測定方法* <sup>2</sup>	1998 年 4 月 SPM→SPMB
NO <sub>2</sub> のデータ解析期間	1990～2007 年度
NO <sub>2</sub> の測定方法* <sup>3</sup>	2002 年 4 月 NO <sub>x</sub> →NO <sub>x</sub> CL
NMHC のデータ解析期間	測定なし
NMHC の測定方法	
備考	

\*1：OxWは吸光光度法向流吸尿管自動洗浄装置付き、O<sub>3</sub>UVは紫外線吸収法を示す。

\*2：SPMは光散乱法、SPMBはβ線吸収法を示す。

\*3：NO<sub>x</sub>は湿式（吸光光度法）、NO<sub>x</sub>CLは乾式（化学発光法）を示す。



表 1.c 06204050 酒田若浜

住所	酒田市若浜町 1-40
位置	酒田港の東側約 3km の市中心部に位置しており、標高は 3m である。 (N38° 54' 49"、E139° 50' 56")
地勢・気候	庄内平野の北部に位置し、酒田港に近いことから夏は海風が吹き、冬は地吹雪となることが多いが、積雪は少ない。
交通	南側約 100m に主要地方道酒田松山線がある。
用途地域	第 1 種住居地域
周辺状況	小学校が隣接しており周囲は商店街と住宅であるが、北西約 3～5km に大浜工業地域があり、火力発電所、化学製品製造工場等の固定発生源が立地している。
周辺状況の変化	特になし
測定局移設状況	なし
測定局設置年月	1975 年 10 月
Ox のデータ解析期間	1990～2007 年度
Ox の測定方法* <sup>1</sup>	2005 年 3 月 OxW→O <sub>3</sub> UV
SPM のデータ解析期間	1990～2007 年度
SPM の測定方法* <sup>2</sup>	1997 年 4 月 SPM→SPMB
NO <sub>2</sub> のデータ解析期間	1990～2007 年度
NO <sub>2</sub> の測定方法* <sup>3</sup>	2002 年 4 月 NO <sub>x</sub> →NO <sub>x</sub> CL
NMHC のデータ解析期間	測定なし
NMHC の測定方法	
備考	

\*1： OxWは吸光光度法向流吸尿管自動洗浄装置付き、O<sub>3</sub>UV は紫外線吸収法を示す。

\*2： SPM は光散乱法、SPMB はβ線吸収法を示す。

\*3： NO<sub>x</sub> は湿式（吸光光度法）、NO<sub>x</sub>CL は乾式（化学発光法）を示す。

表 1.d 06210010 天童老野森

住所	天童市老野森 2-6-1
位置	天童市の中心部に位置する天童市役所から北西約 100m にあり、標高は 104m である。(N38° 21' 46"、E140° 22' 34")
地勢・気候	山形盆地の東南部に位置し、夏は蒸し暑く、冬には積雪はあるが県内では弱風である。
交通	東側約 50m に交通量の多い主要地方道天童大江線がある。
用途地域	第 1 種住居地域
周辺状況	小学校が隣接し周囲には天童市役所、商店街及び住宅が混在している。
周辺状況の変化	特になし
測定局移設状況	なし
測定局設置年月	1989 年 5 月
Ox のデータ解析期間	1990～2007 年度
Ox の測定方法* <sup>1</sup>	1992 年 4 月 Ox→OxW
SPM のデータ解析期間	1990～2007 年度
SPM の測定方法* <sup>2</sup>	1997 年 4 月 SPM→SPMB
NO <sub>2</sub> のデータ解析期間	1990～2007 年度
NO <sub>2</sub> の測定方法* <sup>3</sup>	2000 年 4 月 NO <sub>x</sub> →NO <sub>x</sub> CL
NMHC のデータ解析期間	測定なし
NMHC の測定方法	
備考	

\*1：Ox は吸光光度法向流吸収管自動洗浄装置なし、OxWは吸光光度法向流吸収管自動洗浄装置付きを示す。

\*2：SPM は光散乱法、SPMB はβ線吸収法を示す。

\*3：NO<sub>x</sub> は湿式（吸光光度法）、NO<sub>x</sub>CL は乾式（化学発光法）を示す。

表 1.e 06422010 余目

住所	庄内町余目字猿田 87
位置	町中心部に位置しており、標高は 9m である。 (N38° 50' 48"、E139° 54' 11")
地勢・気候	庄内平野の北部に位置し、平坦な地形が広がる。日本海に近いことから夏は海風が吹き、冬は地吹雪となることが多い。
交通	南側約 50m に国道 47 号線がある。
用途地域	第 1 種住居地域
周辺状況	周囲は商店街及び住宅が混在し、西側約 100m に都市ガスホルダが立地している。また、火力発電所からのばい煙の最大濃度着地地点に位置する。
周辺状況の変化	特になし
測定局移設状況	なし
測定局設置年月	1975 年 6 月
O <sub>x</sub> のデータ解析期間	1990～2007 年度
O <sub>x</sub> の測定方法* <sup>1</sup>	1998 年 4 月 O <sub>x</sub> W→O <sub>3</sub> UV
SPM のデータ解析期間	1990～2007 年度
SPM の測定方法* <sup>2</sup>	1998 年 4 月 SPM→SPMB
NO <sub>2</sub> のデータ解析期間	1990～2007 年度
NO <sub>2</sub> の測定方法* <sup>3</sup>	2001 年 4 月 NO <sub>x</sub> →NO <sub>x</sub> CL
NMHC のデータ解析期間	測定なし
NMHC の測定方法	
備考	

\*1： O<sub>x</sub>Wは吸光光度法向流吸収管自動洗浄装置付き、O<sub>3</sub>UVは紫外線吸収法を示す。

\*2： SPMは光散乱法、SPMBはβ線吸収法を示す。

\*3： NO<sub>x</sub>は湿式（吸光光度法）、NO<sub>x</sub>CLは乾式（化学発光法）を示す。

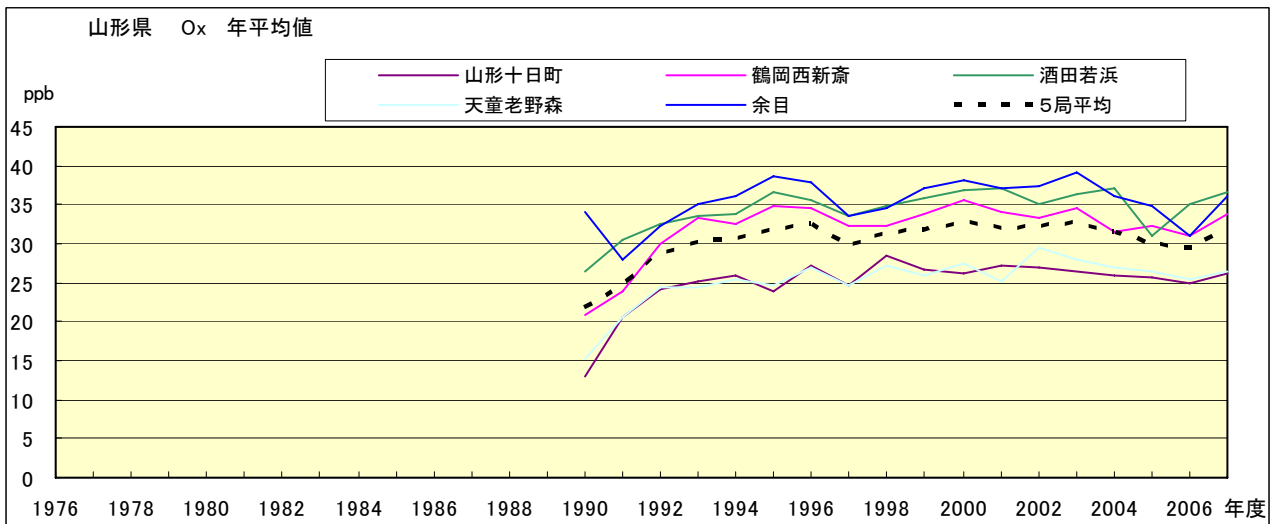


図 1.a O<sub>x</sub> 濃度の年平均値経年変化

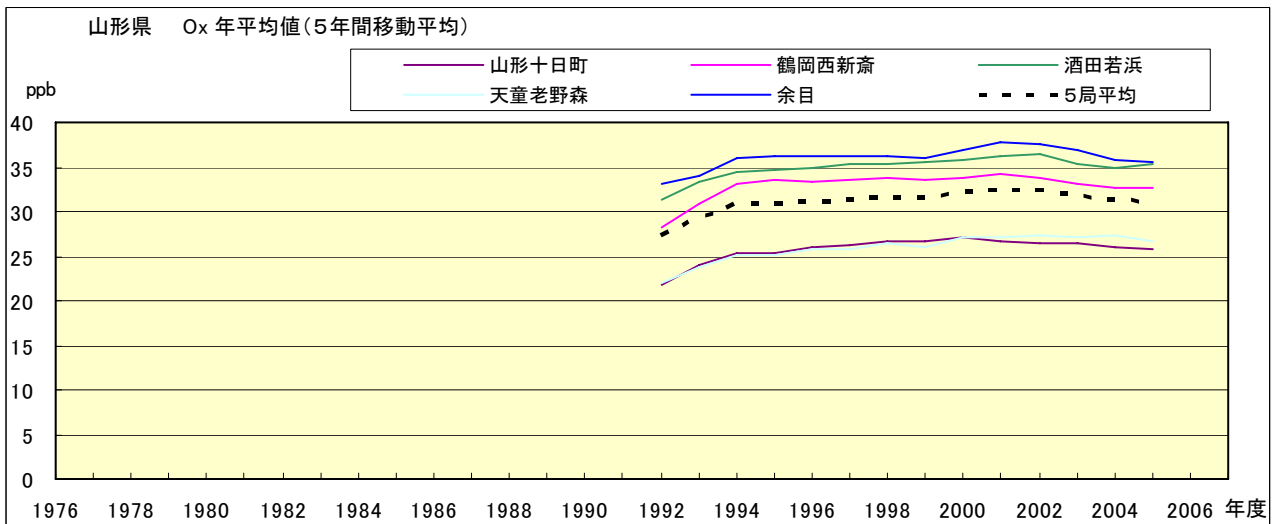


図 1.b O<sub>x</sub> 濃度の年平均値経年変化(5年間移動平均)

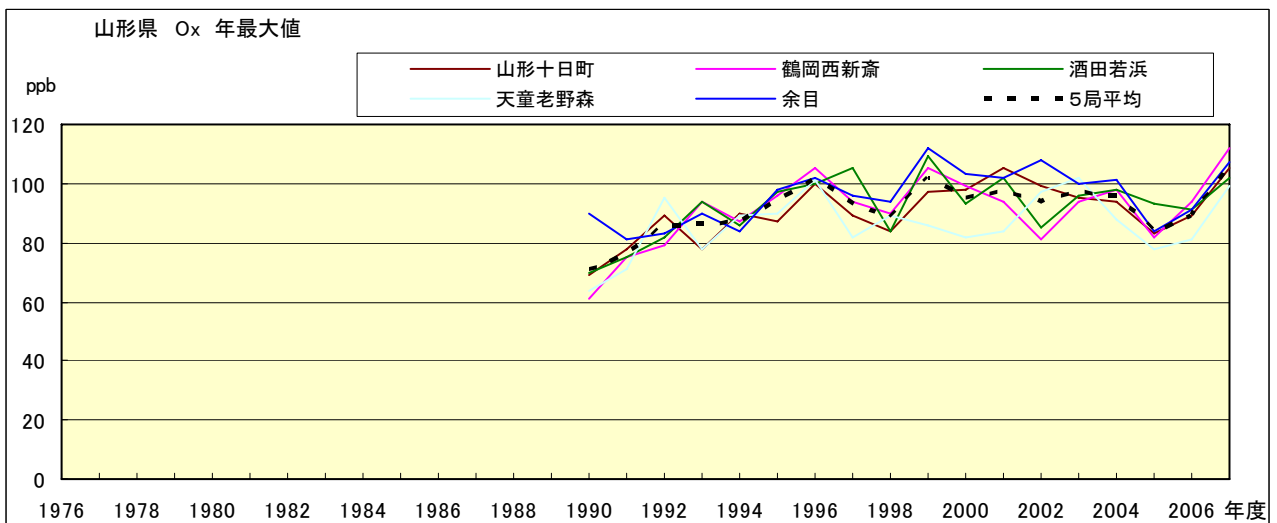


図 2.a O<sub>x</sub> 濃度の年最大値経年変化

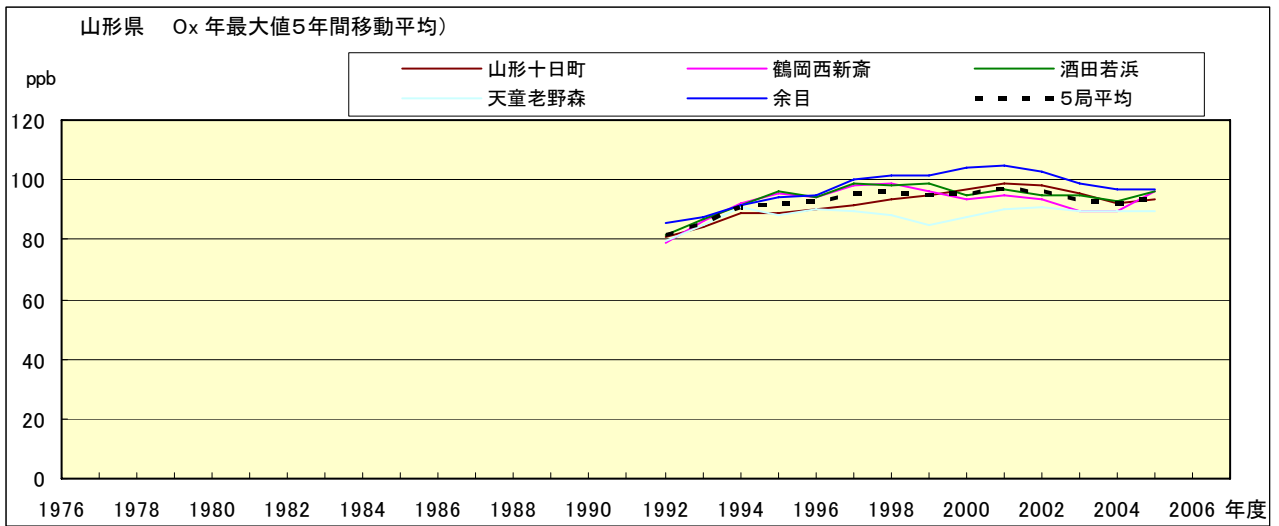


図 2.b Ox 濃度の年最大値経年変化(5 年間移動平均)

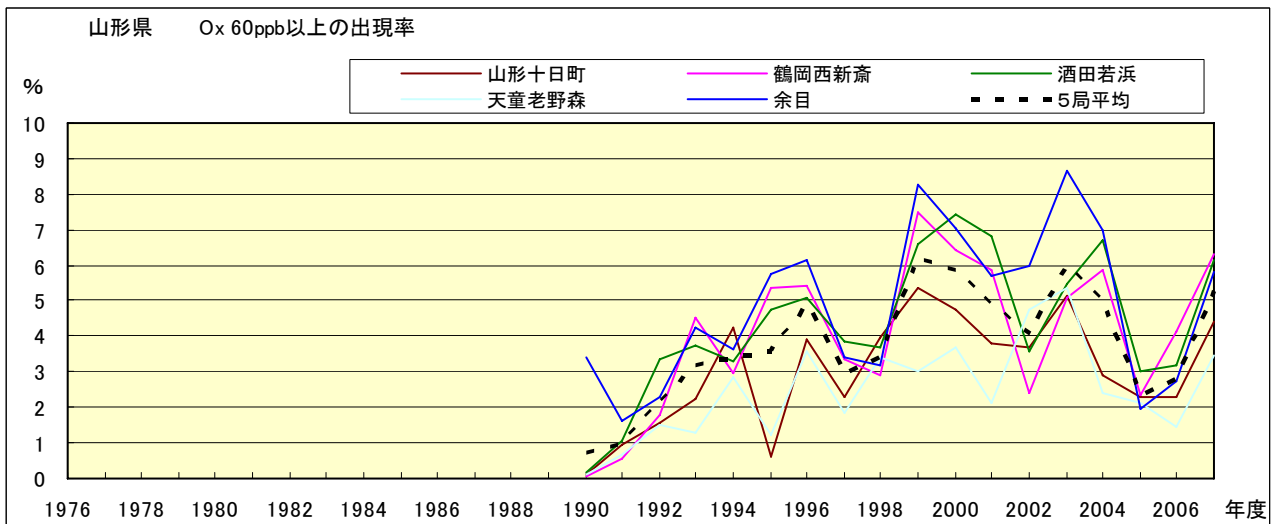


図 3.b Ox 60ppb 以上の出現率の経年変化

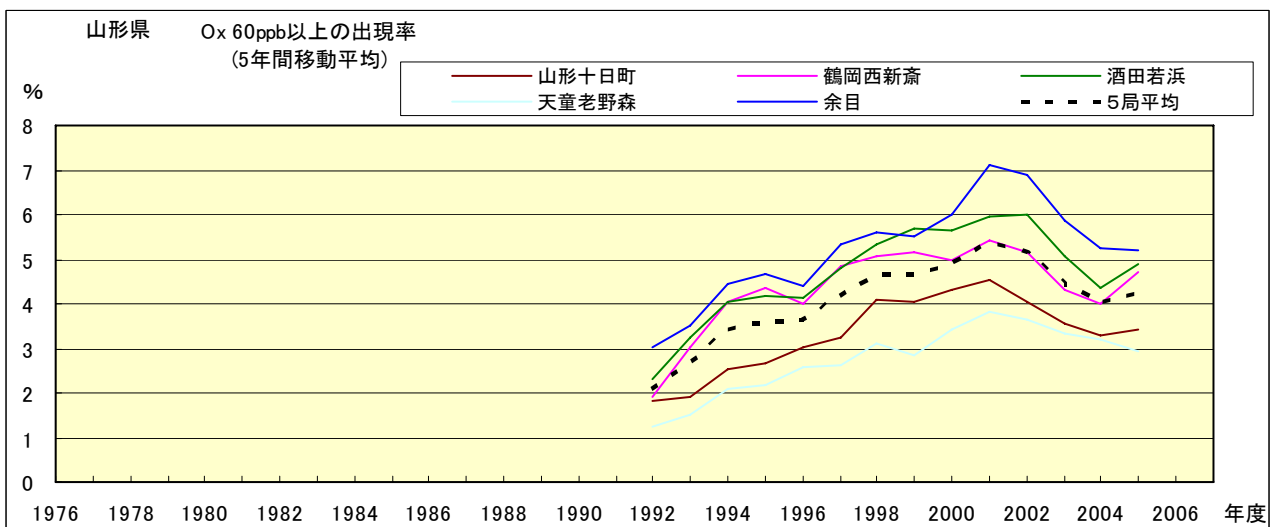


図 3.b' Ox 60ppb 以上の出現率の経年変化(5 年間移動平均)

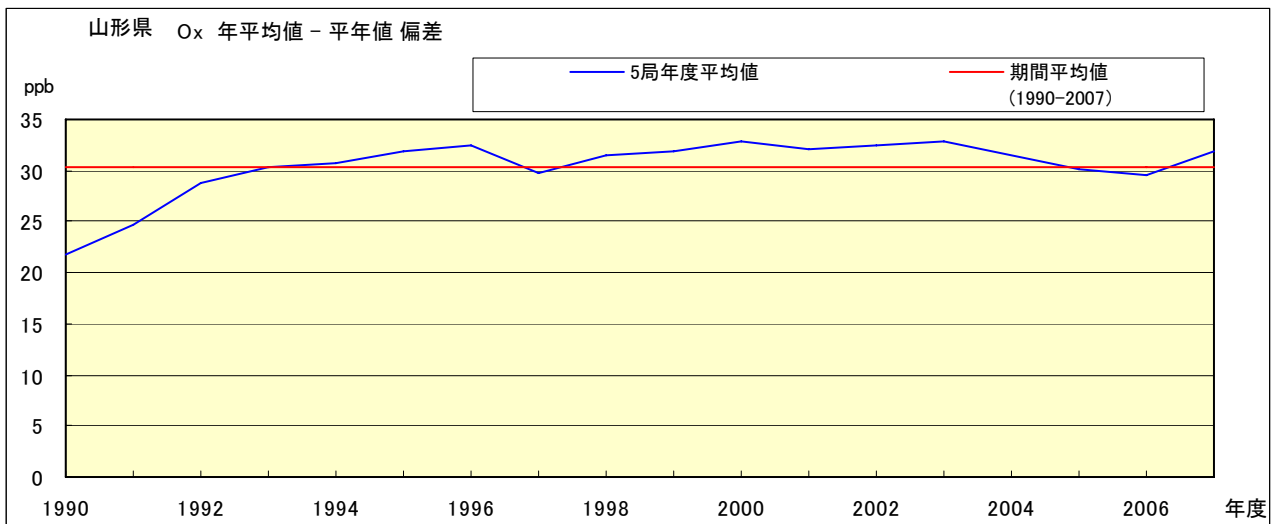


図 4 O<sub>x</sub> 濃度の年度別平均値と平年値との偏差

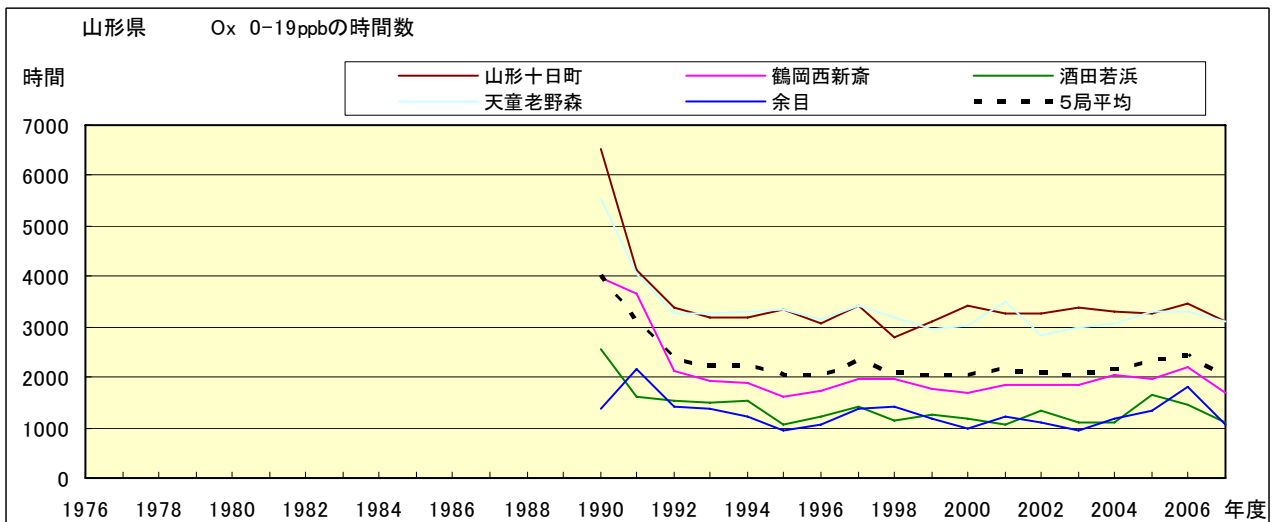


図 5.a O<sub>x</sub> 濃度ランク別 (20ppb 毎) の時間数の経年変化 (0~19ppb)

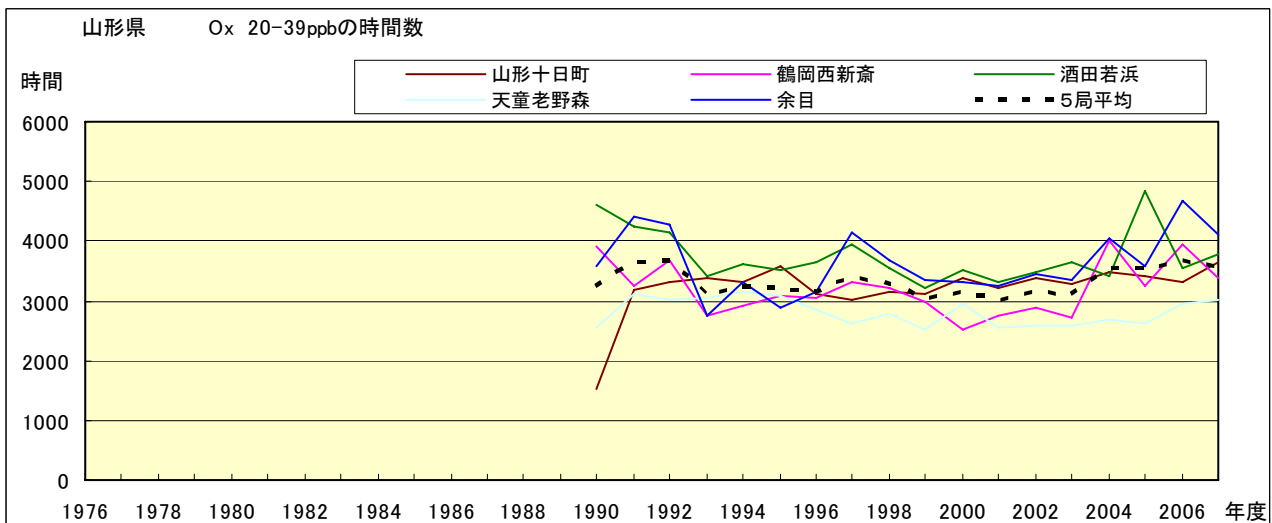


図 5.b O<sub>x</sub> 濃度ランク別 (20ppb 毎) の時間数の経年変化 (20~39ppb)

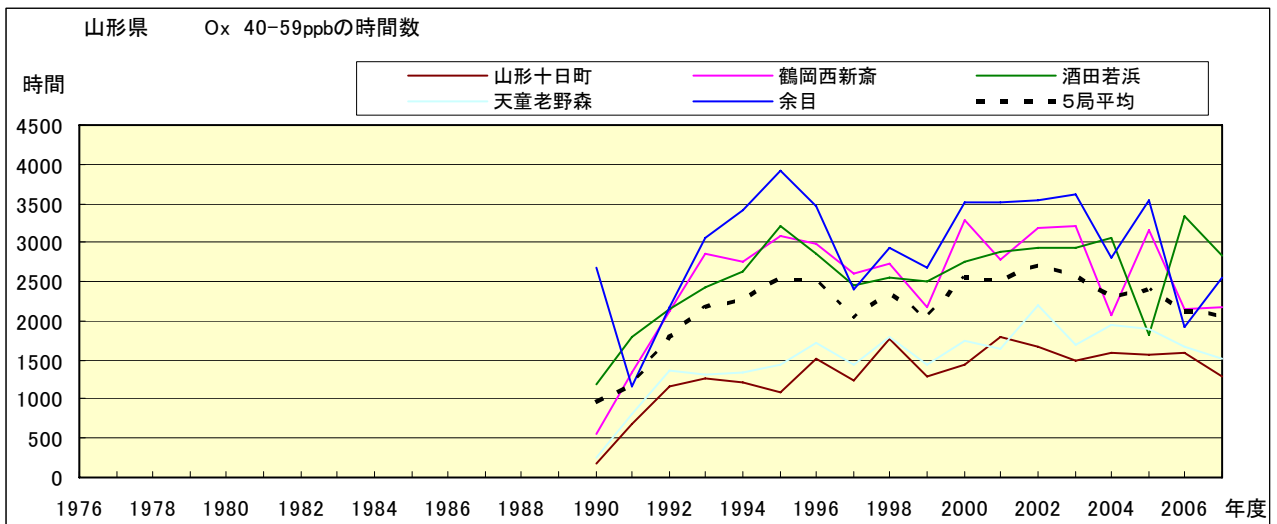


図 5.c Ox 濃度ランク別 (20ppb 毎) の時間数の経年変化 (40~59ppb)

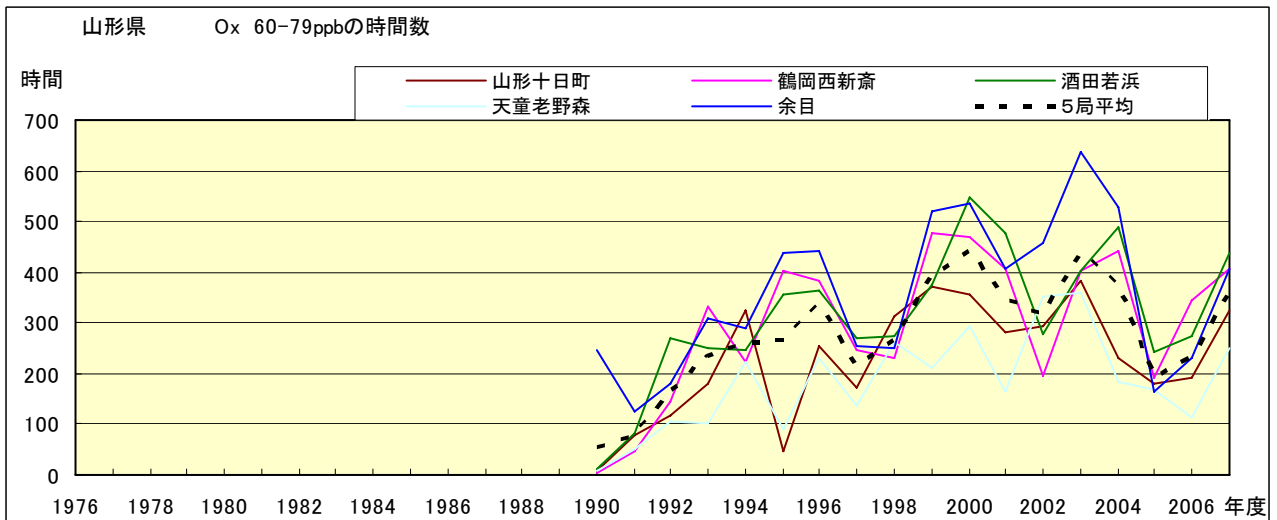


図 5.d Ox 濃度ランク別 (20ppb 毎) の時間数の経年変化 (60~79ppb)

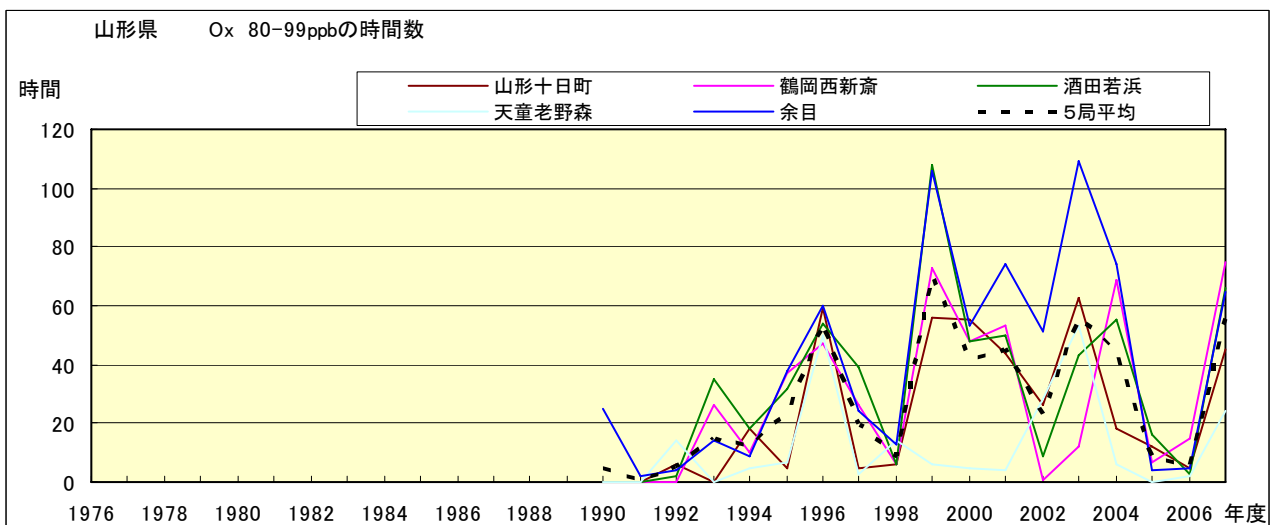


図 5.e Ox 濃度ランク別 (20ppb 毎) の時間数の経年変化 (80~99ppb)

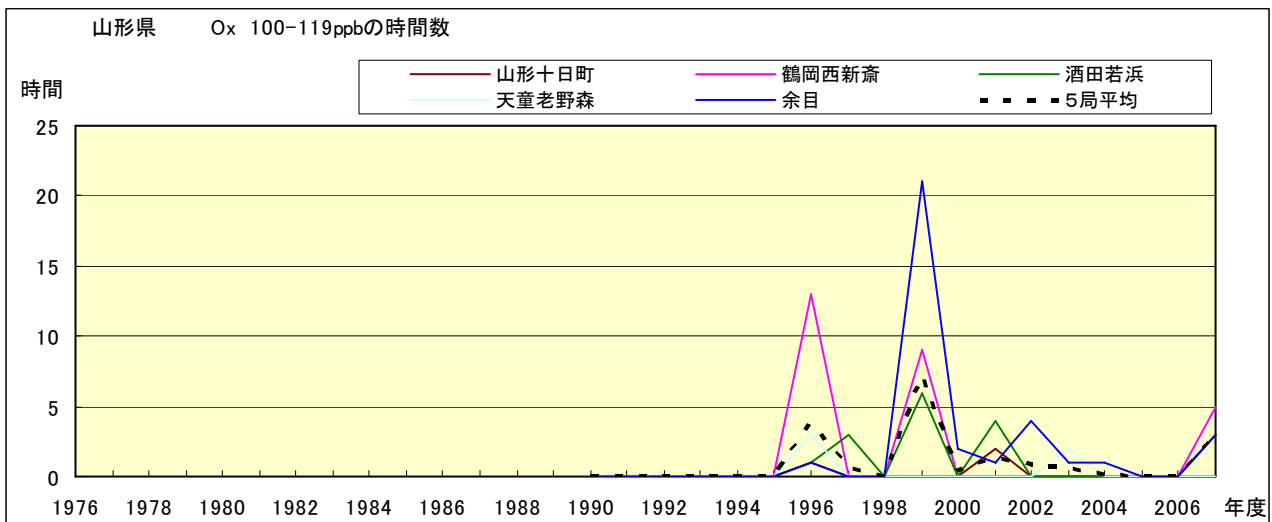


図 5.f Ox 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(100~119ppb)

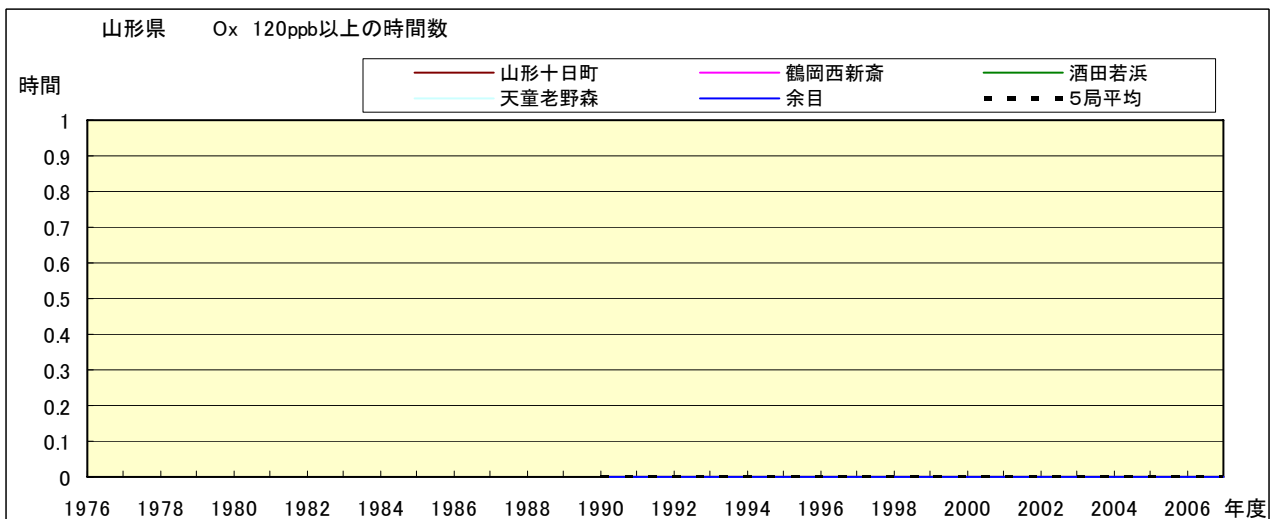


図 5.g Ox 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(120ppb 以上)

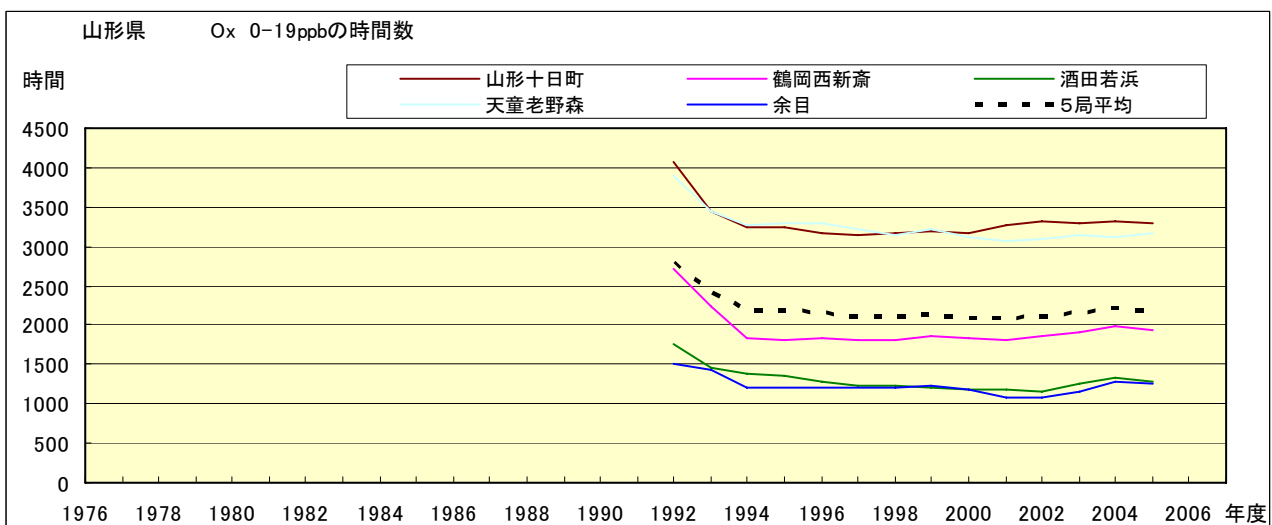


図 5.a' Ox 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(0~19ppb, 5年間移動平均)



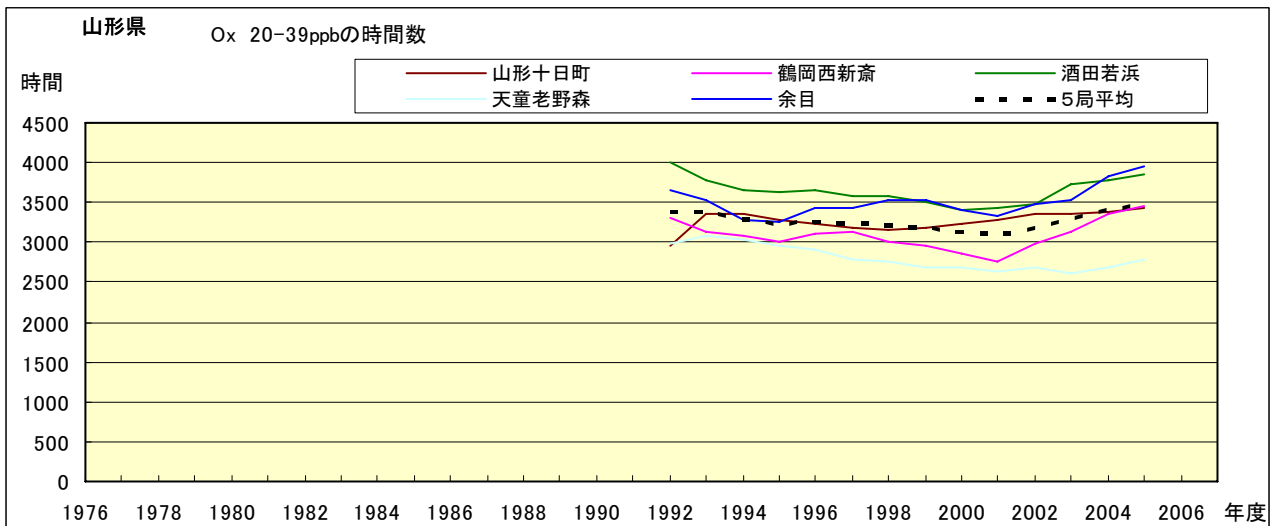


図 5.b' Ox 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(20~39ppb, 5 年間移動平均)

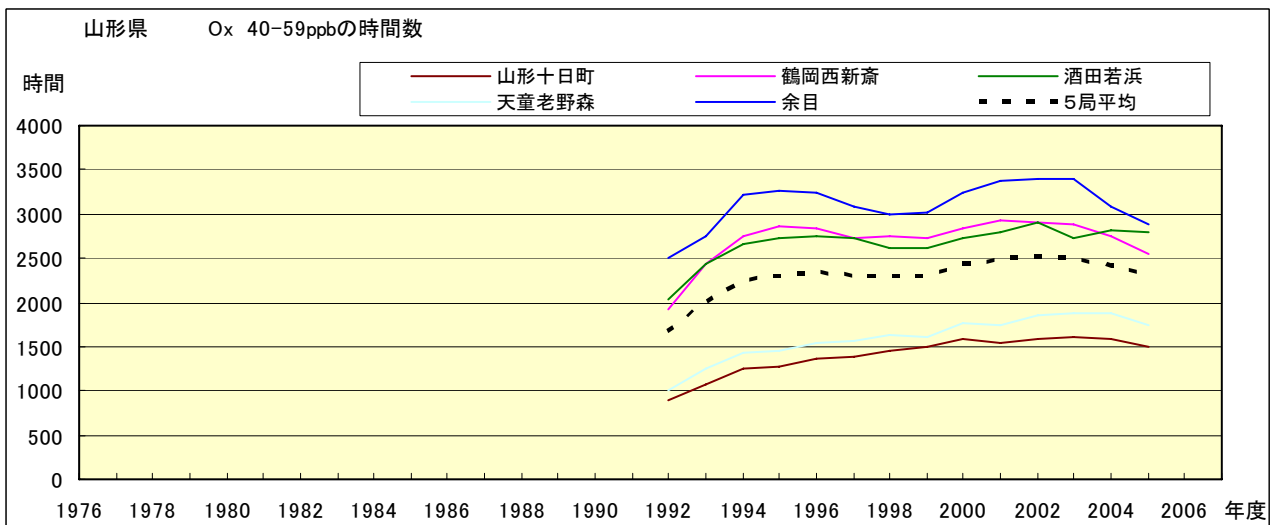


図 5.c' Ox 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(40~59ppb, 5 年間移動平均)

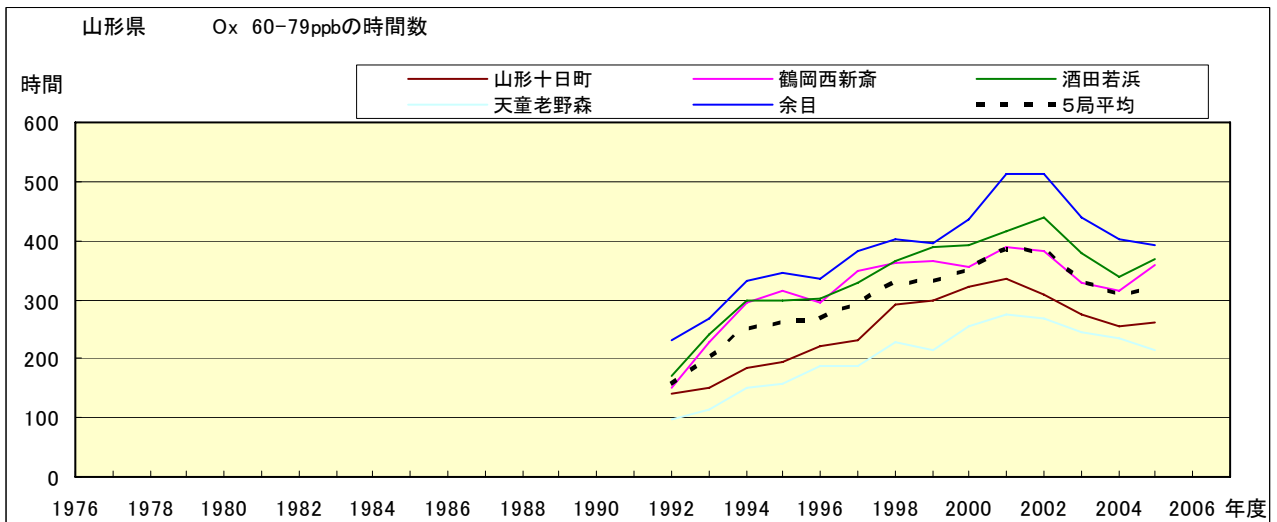


図 5.d' Ox 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(60~79ppb, 5 年間移動平均)

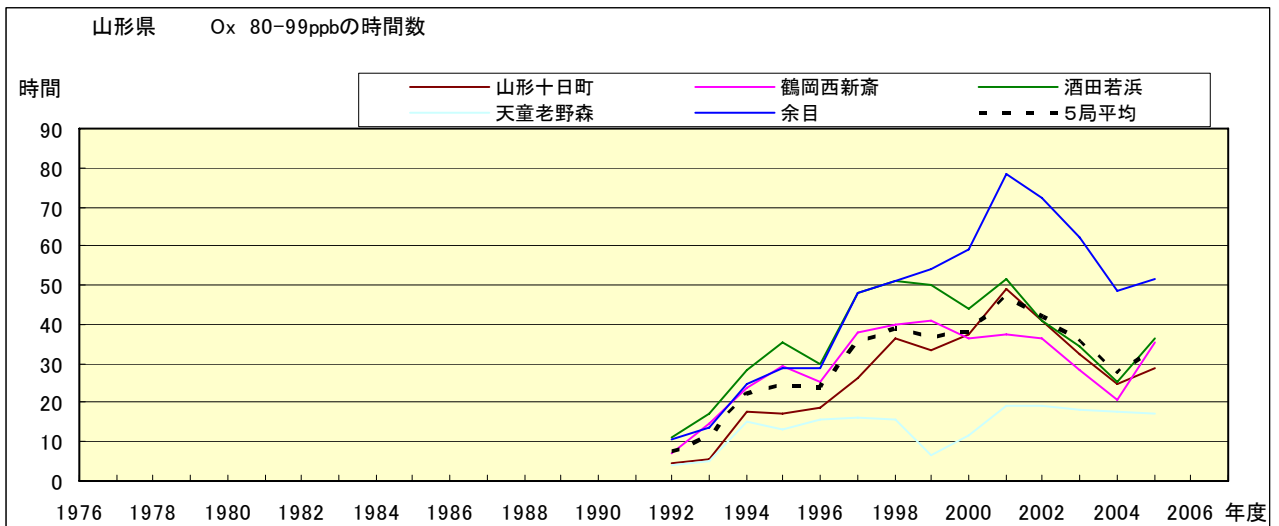


図 5.e' Ox 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(80~99ppb, 5 年間移動平均)

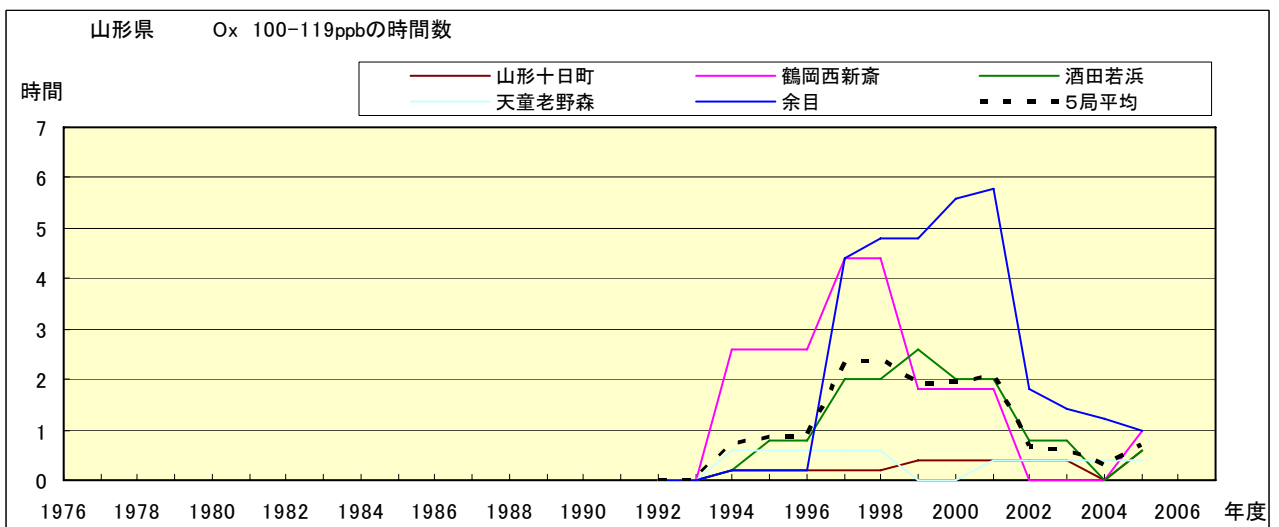


図 5.f' Ox 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(100~119ppb, 5 年間移動平均)

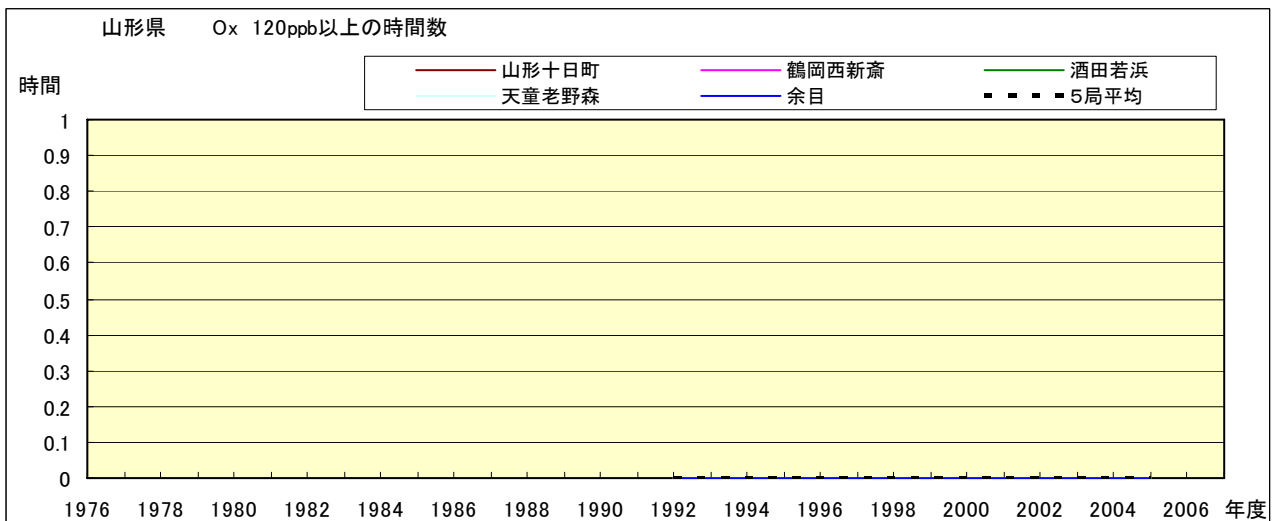


図 5.g' Ox 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(120ppb 以上, 5 年間移動平均)

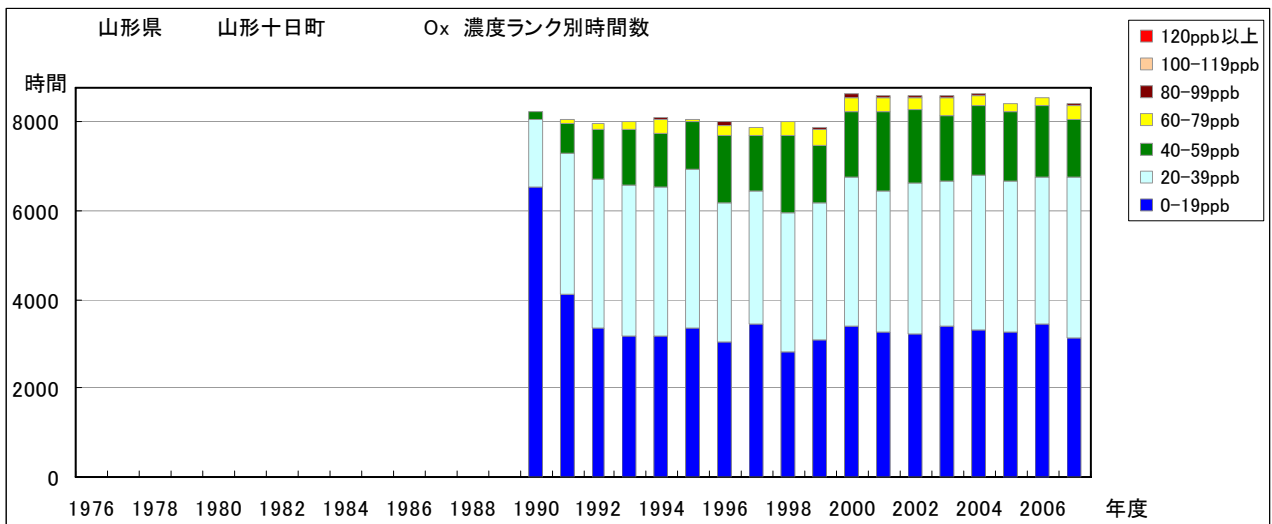


図 6.a O<sub>x</sub> 濃度ランク別 (20ppb 毎) 時間数の経年変化 (山形十日町)

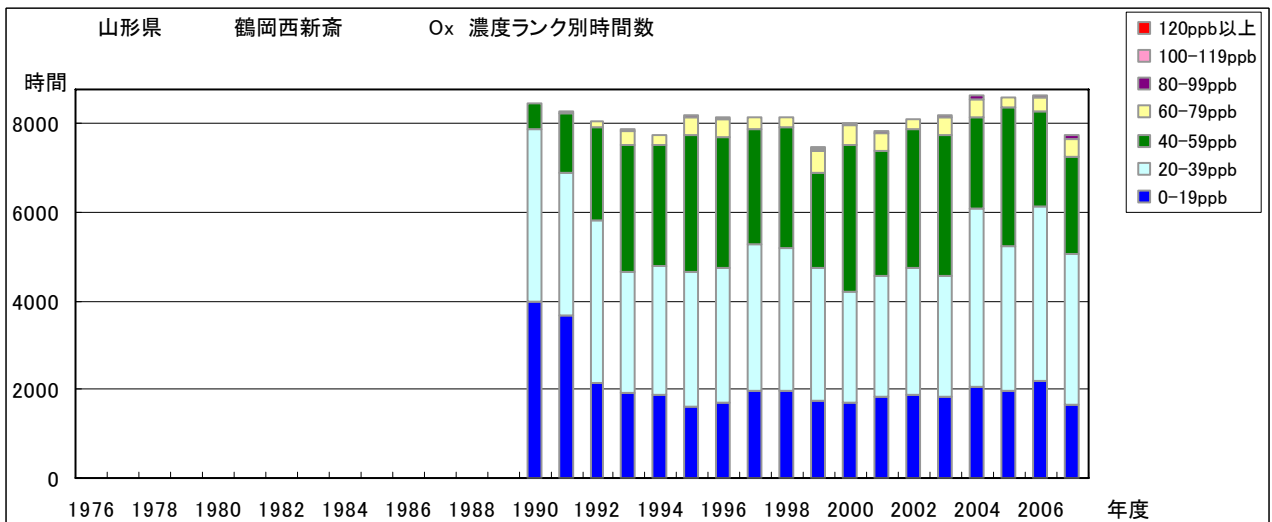


図 6.b O<sub>x</sub> 濃度ランク別 (20ppb 毎) 時間数の経年変化 (鶴岡西新斎)

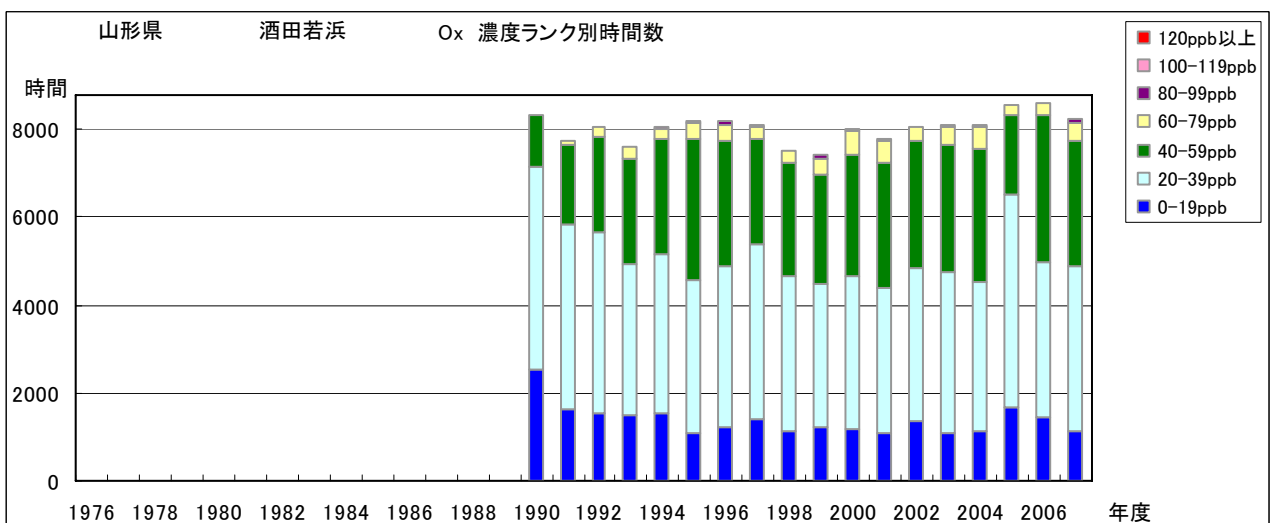


図 6.c O<sub>x</sub> 濃度ランク別 (20ppb 毎) 時間数の経年変化 (酒田若浜)

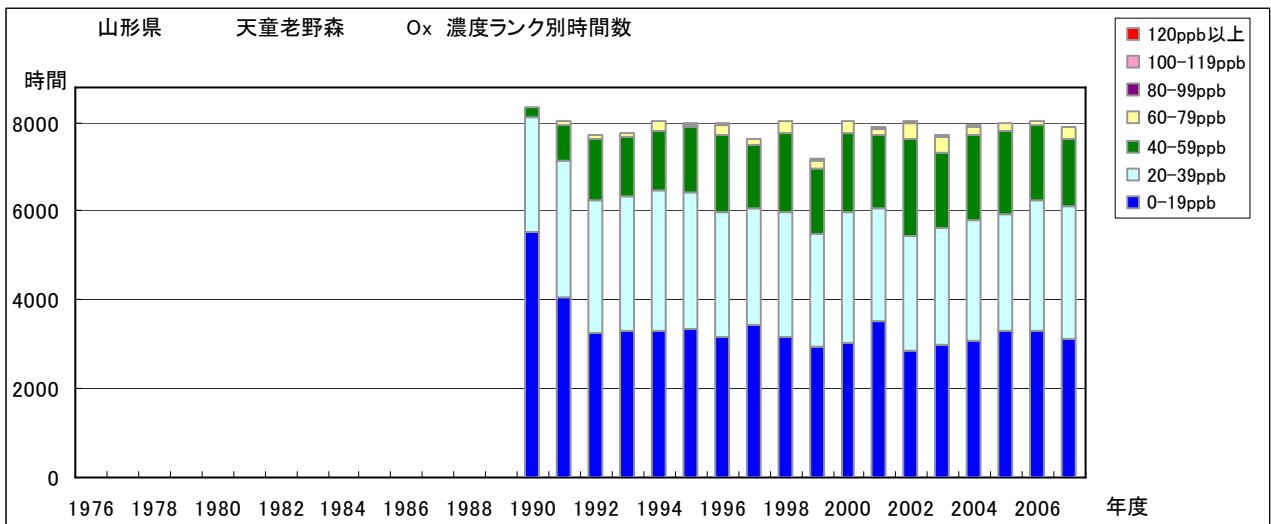


図 6.d O<sub>3</sub> 濃度ランク別(20ppb 毎)時間数の経年変化(天童老野森)

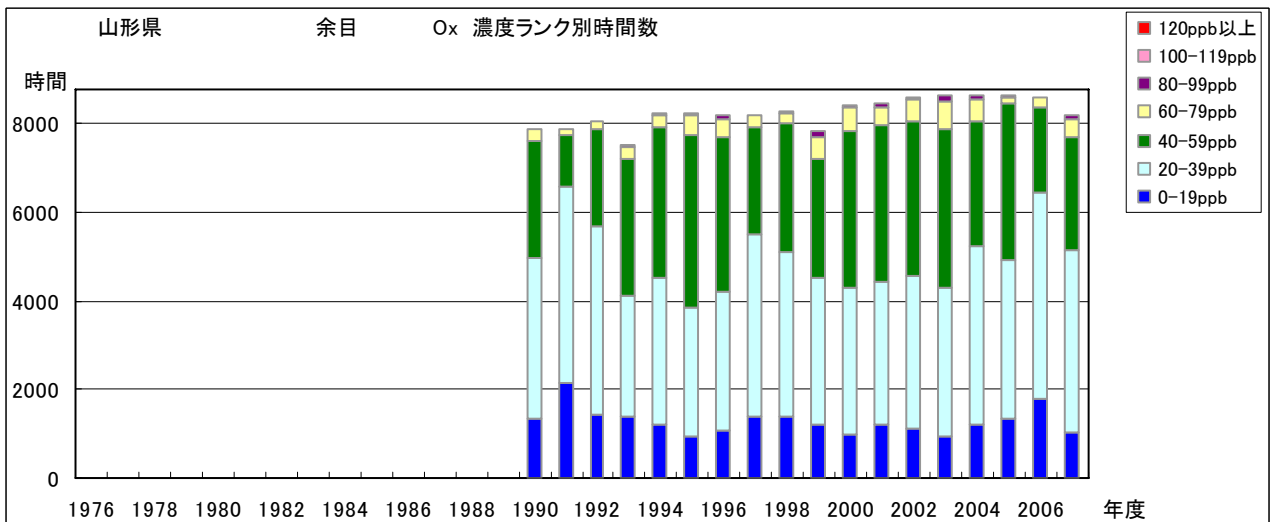


図 6.e O<sub>3</sub> 濃度ランク別(20ppb 毎)時間数の経年変化(余目)

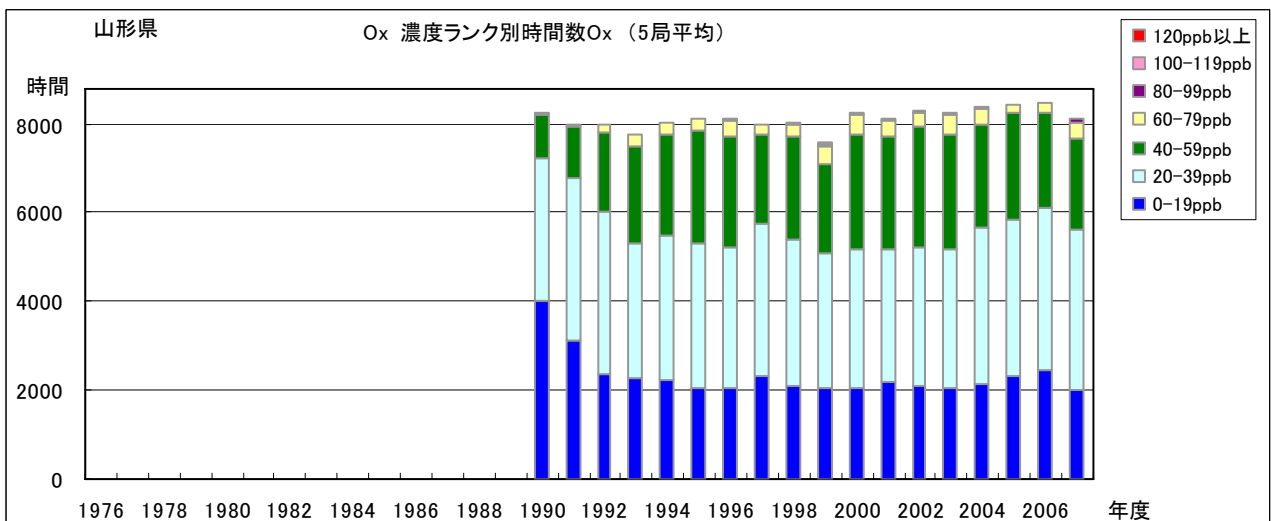


図 6.f O<sub>3</sub> 濃度ランク別(20ppb 毎)時間数の経年変化(5局平均)

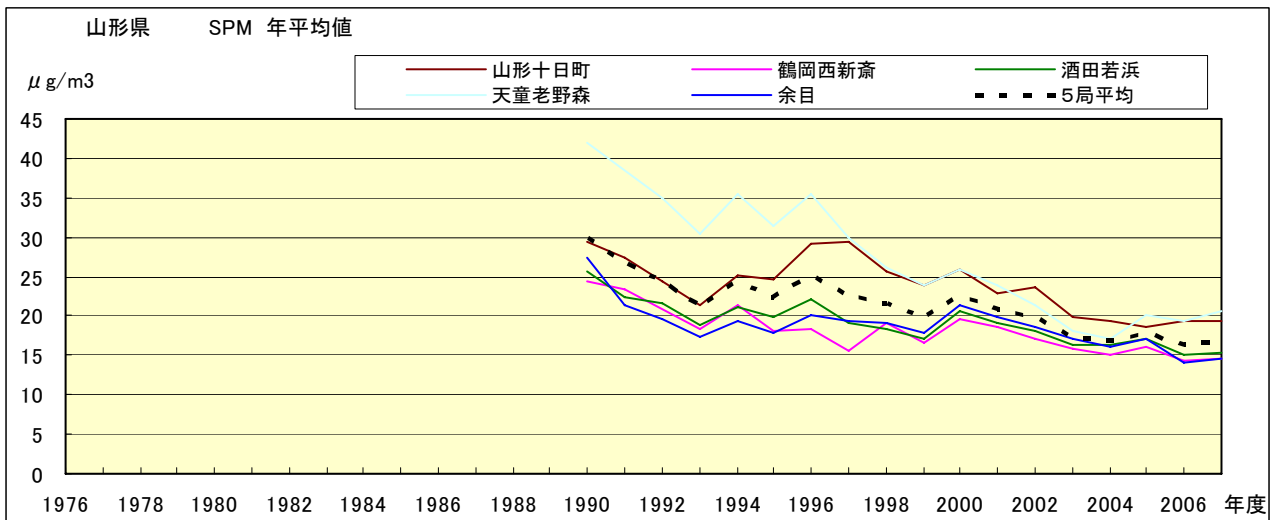


図 7.a SPM 濃度年平均値の経年変化

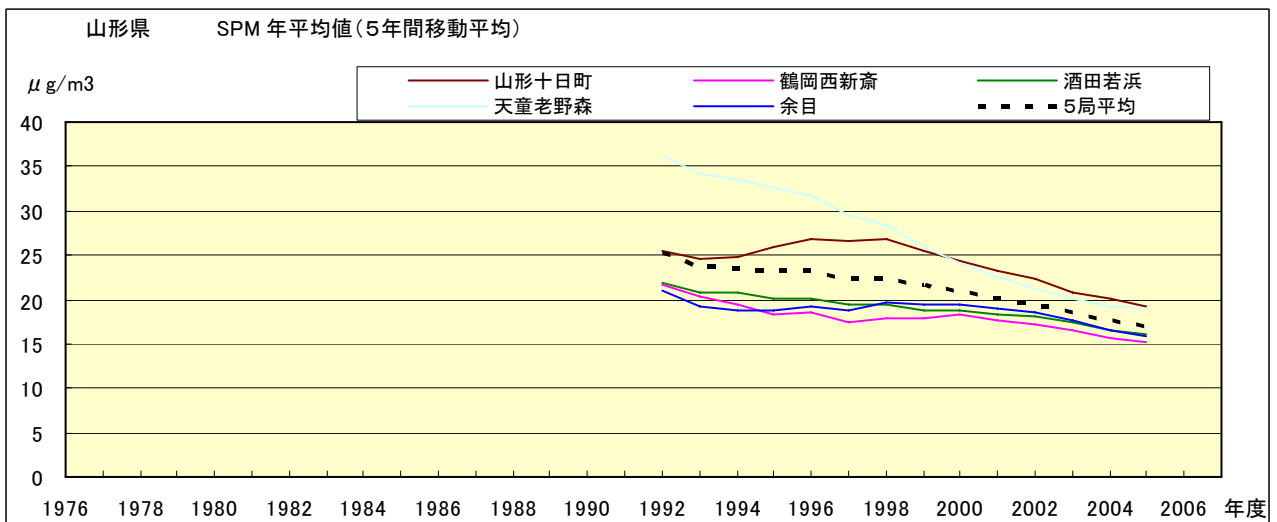


図 7.b SPM 濃度年平均値の経年変化(5年間移動平均)

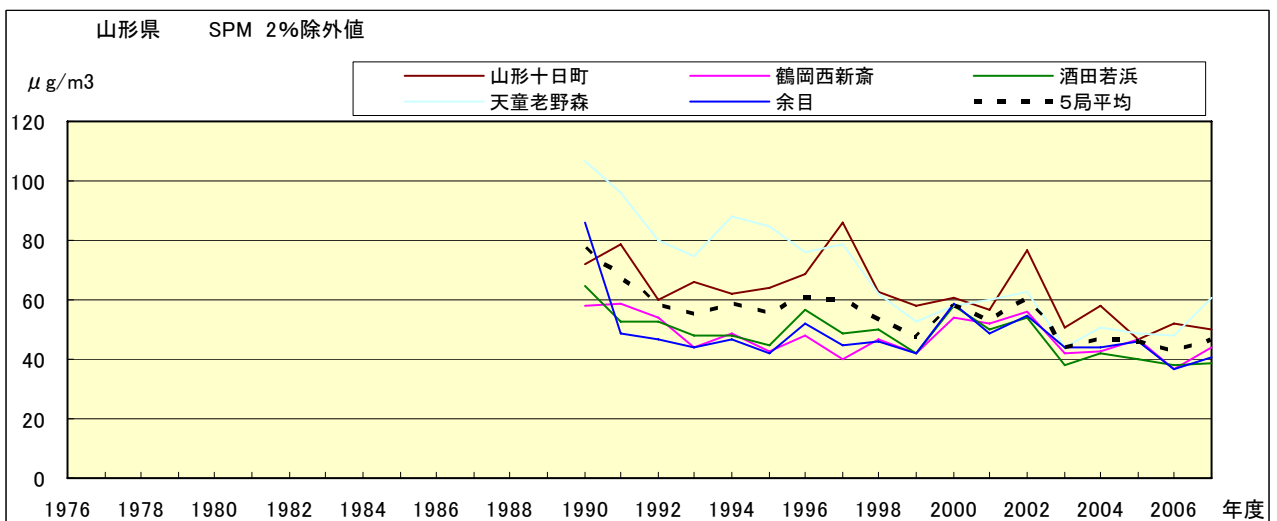


図 8.a SPM 濃度 2%除外値の経年変化

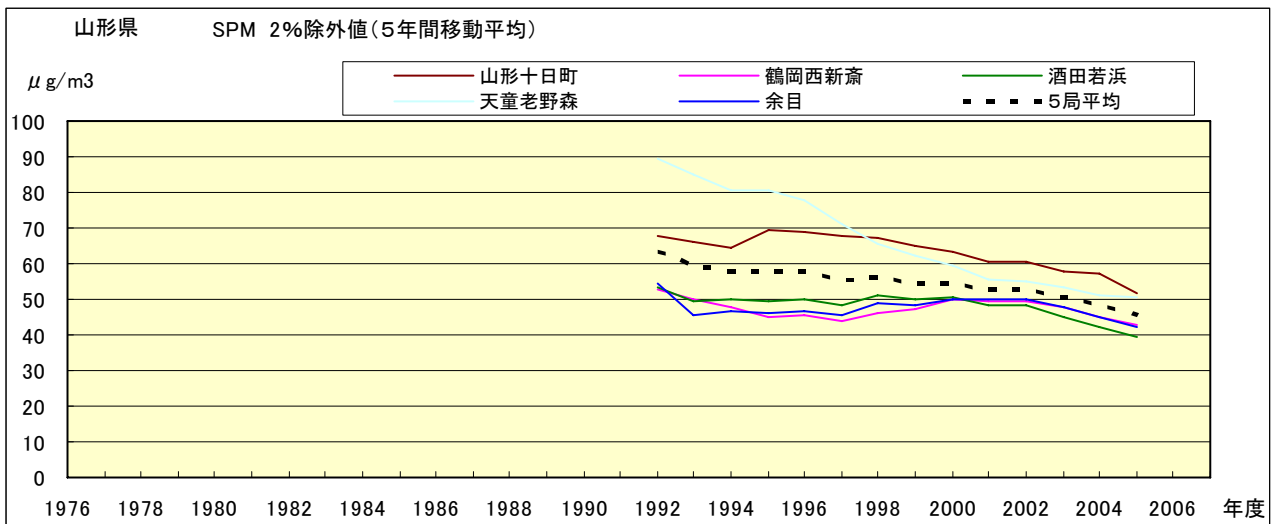


図 8.b SPM 濃度 2%除外値の経年変化(5年間移動平均)

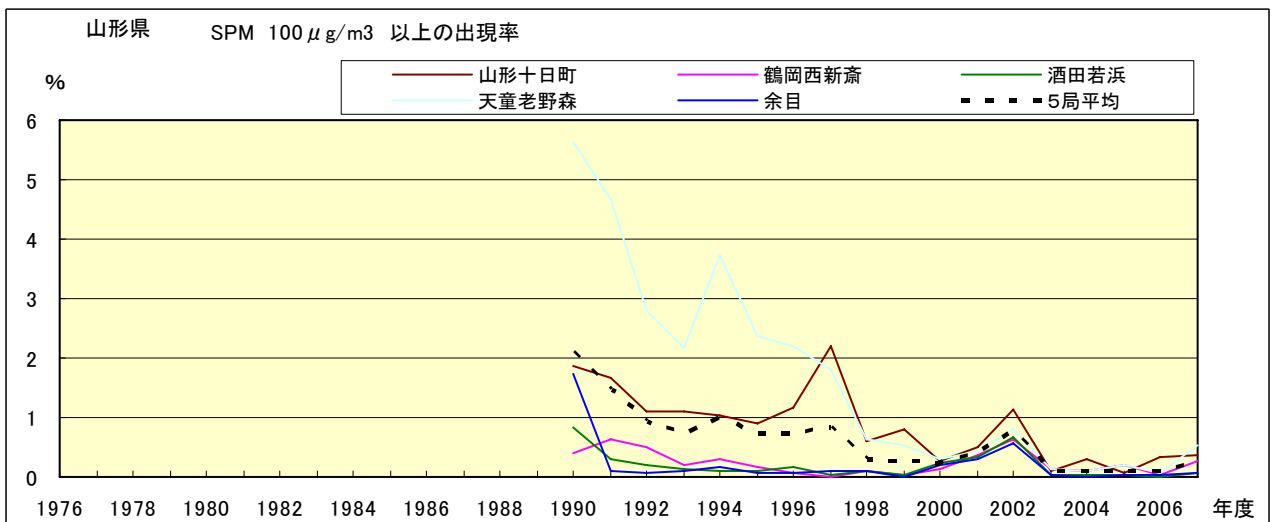


図 9.b SPM 濃度 100 μg/m<sup>3</sup> 以上の出現率の経年変化

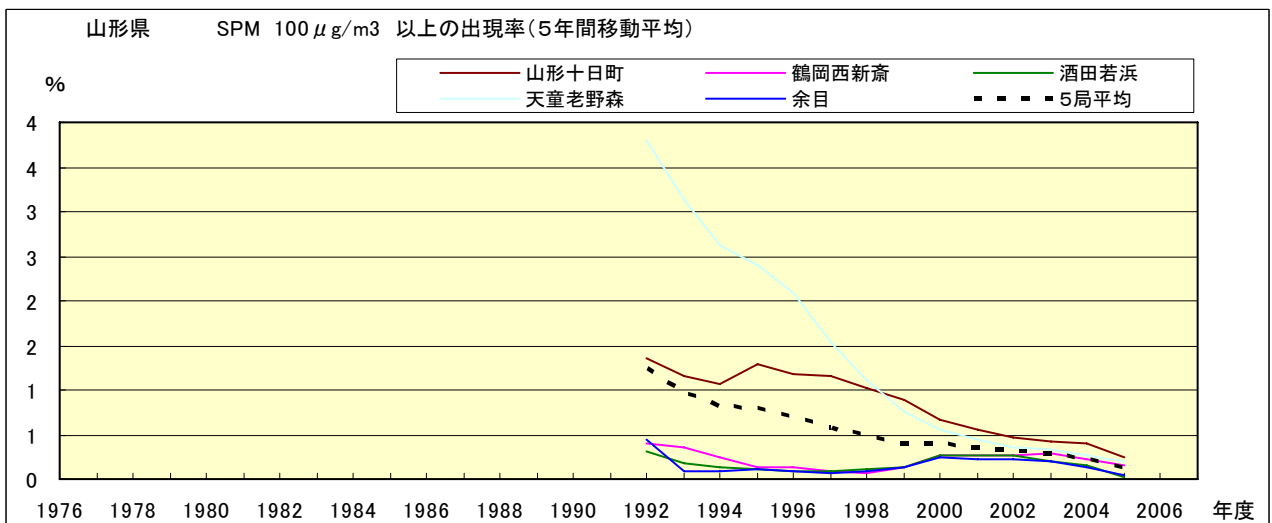


図 9.b' SPM 濃度 100 μg/m<sup>3</sup> 以上の出現率の経年変化(5年間移動平均)

Ox 月平均値経月変動

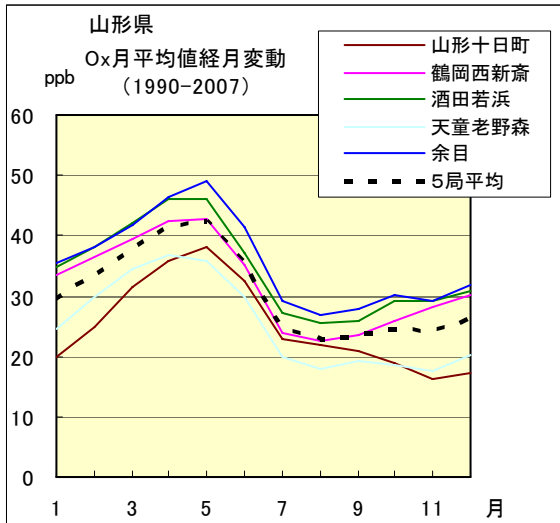


図 10.a 1990 年度～2007 年度

Ox 濃度 60ppb 以上の出現率の経月変動

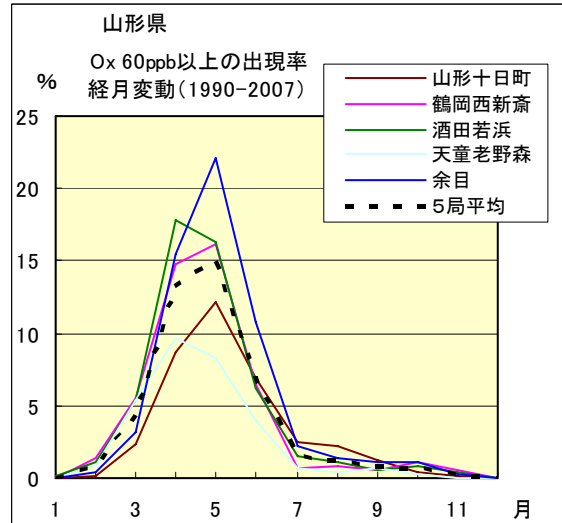


図 13.a 1990 年度～2007 年度

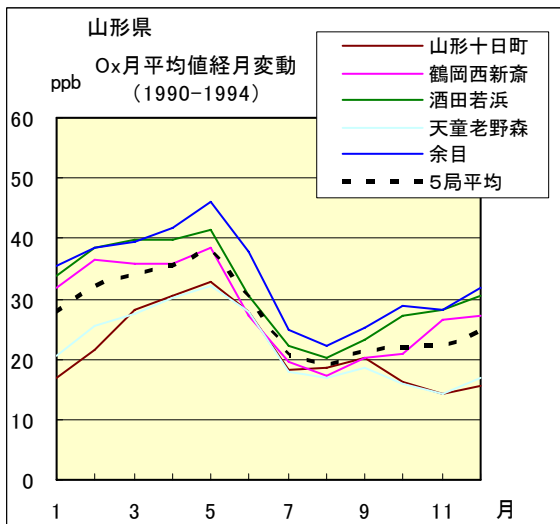


図 10.b 1990 年度～1994 年度

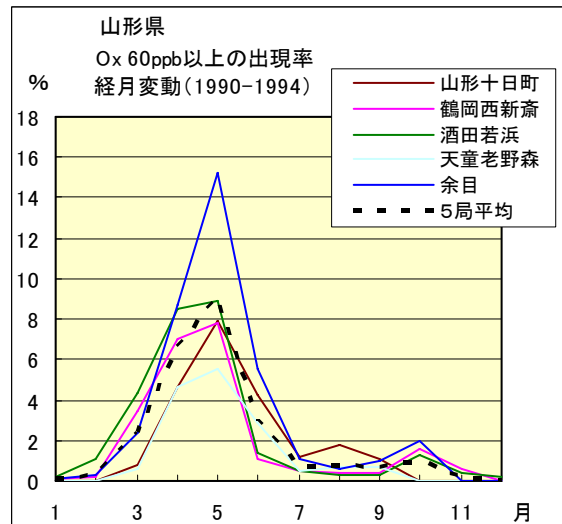


図 13.b 1990 年度～1994 年度

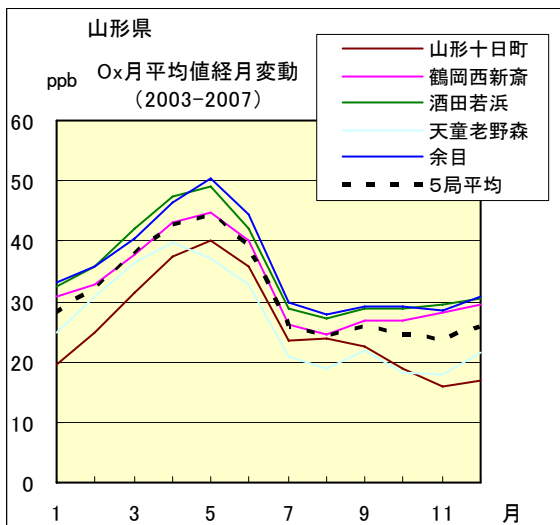


図 10.c 2003 年度～2007 年度

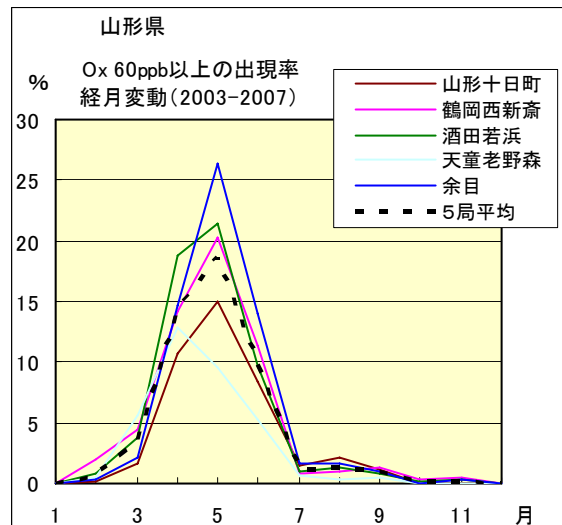


図 13.c 2003 年度～2007 年度

SPM 月平均値経月変動

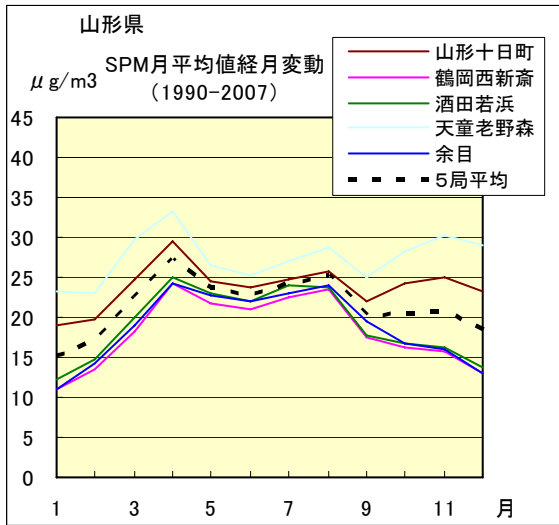


図 11.a 1990 年度～2007 年度

SPM 濃度 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  以上の出現率の経月変動

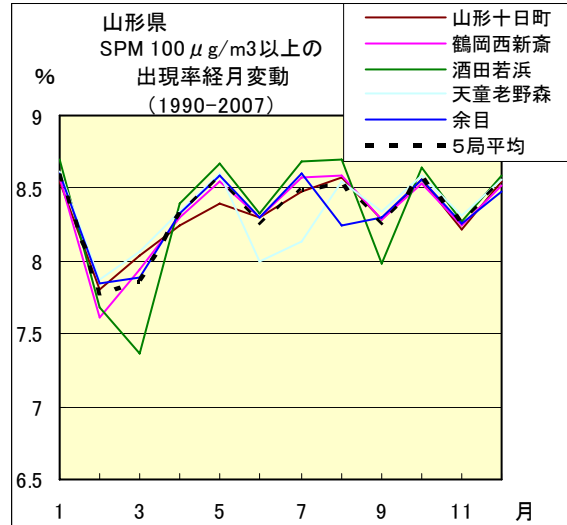


図 14.a 1990 年度～2007 年度

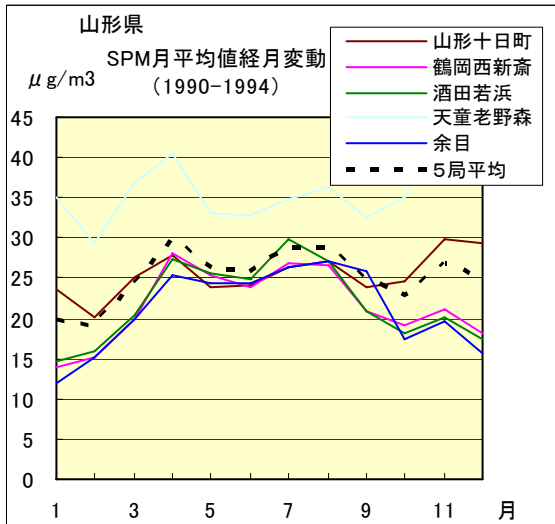


図 11.b 1990 年度～1994 年度

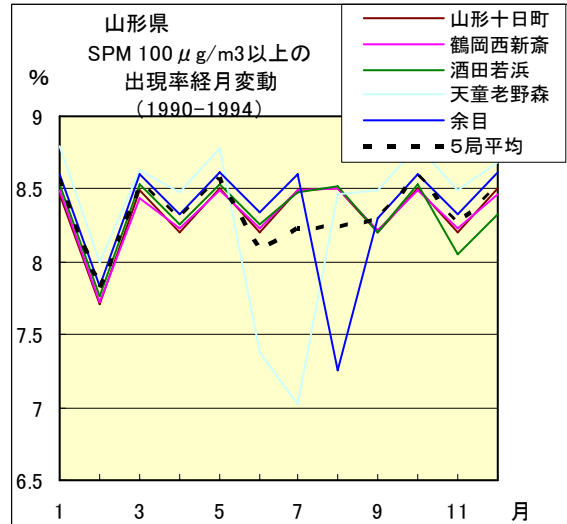


図 14.b 1990 年度～1994 年度

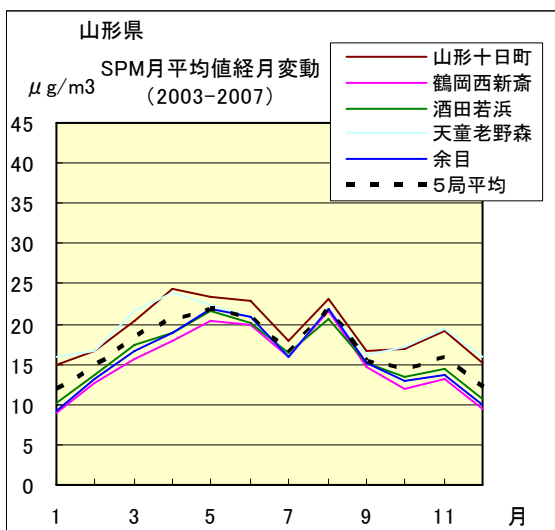


図 11.c 2003 年度～2007 年度

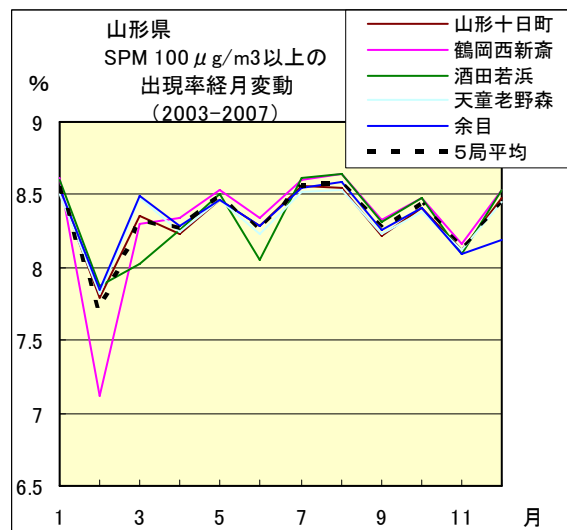


図 14.c 2003 年度～2007 年度



NO<sub>x</sub> 月平均値経月変動

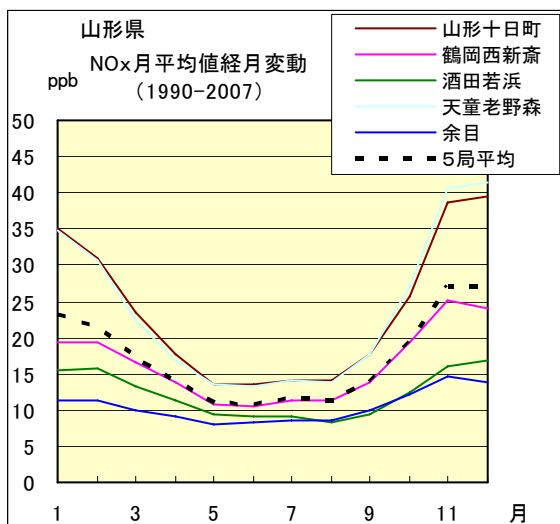


図 12.a 1990 年度～2007 年度

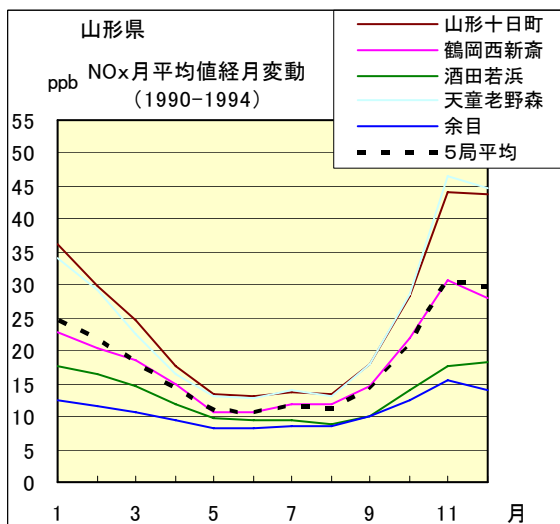


図 12.b 1990 年度～1994 年度

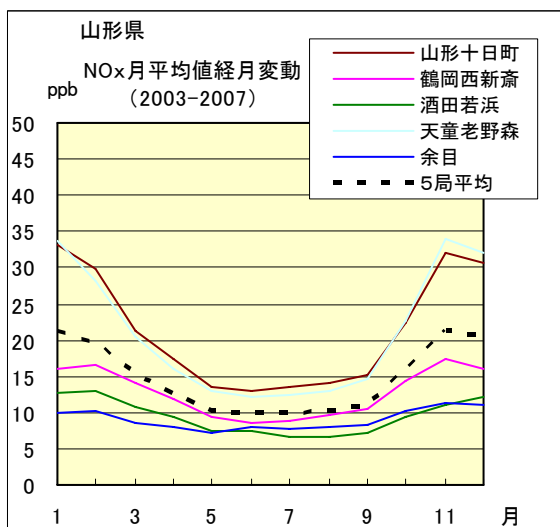


図 12.c 2003 年度～2007 年度

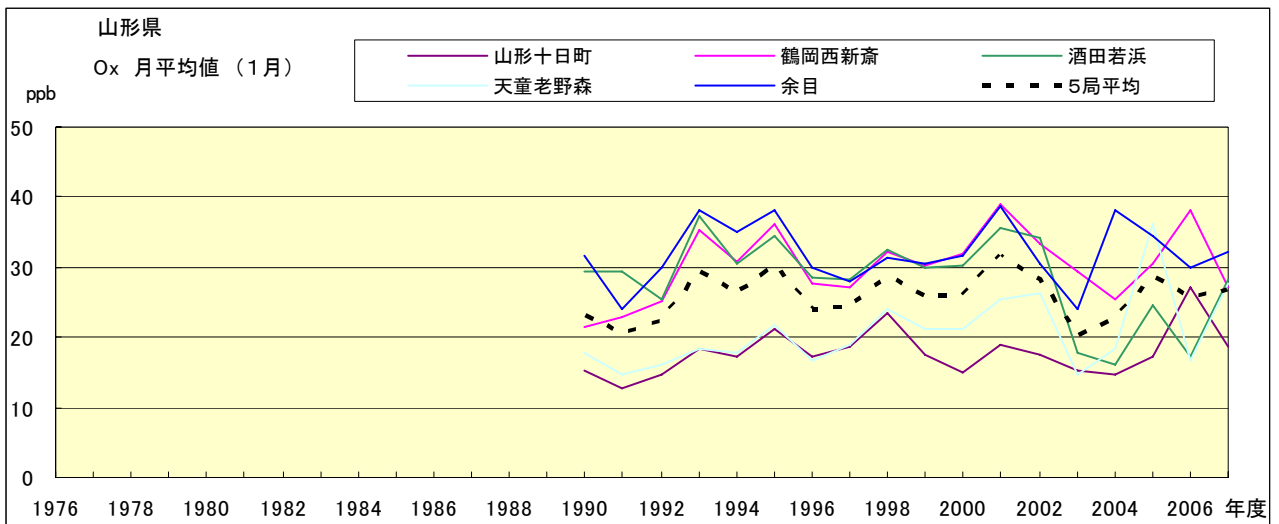


図 15.a Ox 濃度月平均値の経年変化(1月)

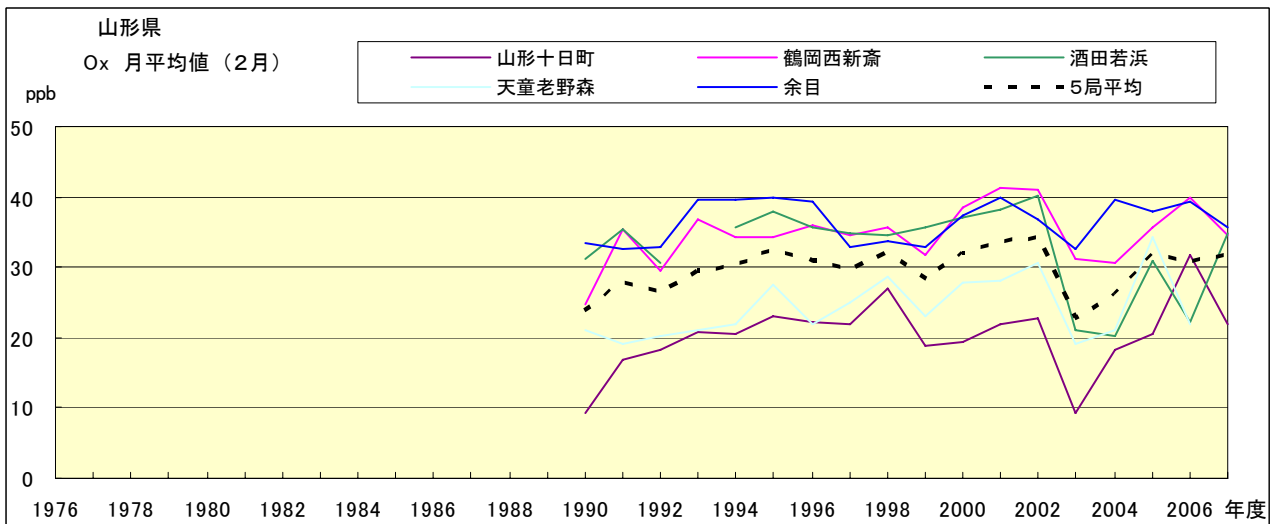


図 15.b Ox 濃度月平均値の経年変化(2月)

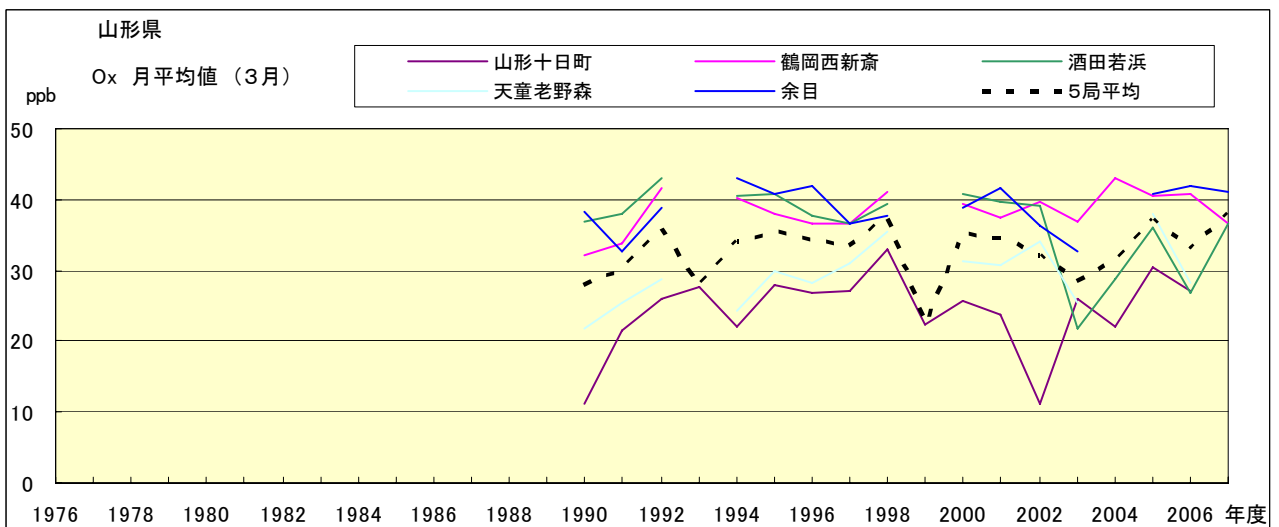


図 15.c Ox 濃度月平均値の経年変化(3月)

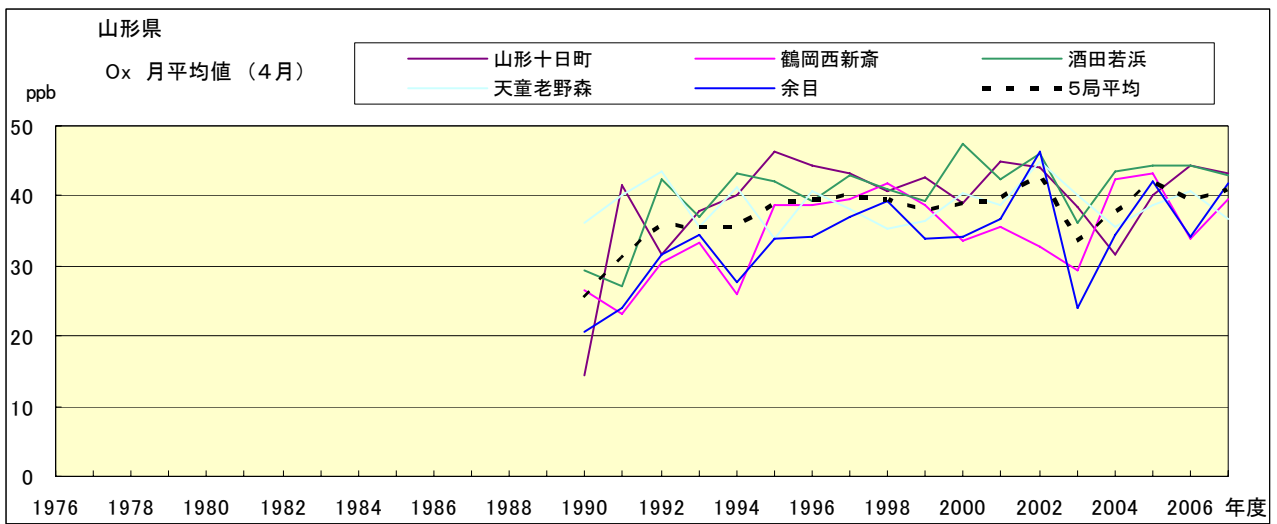


図 15.d Ox 濃度月平均値の経年変化(4月)

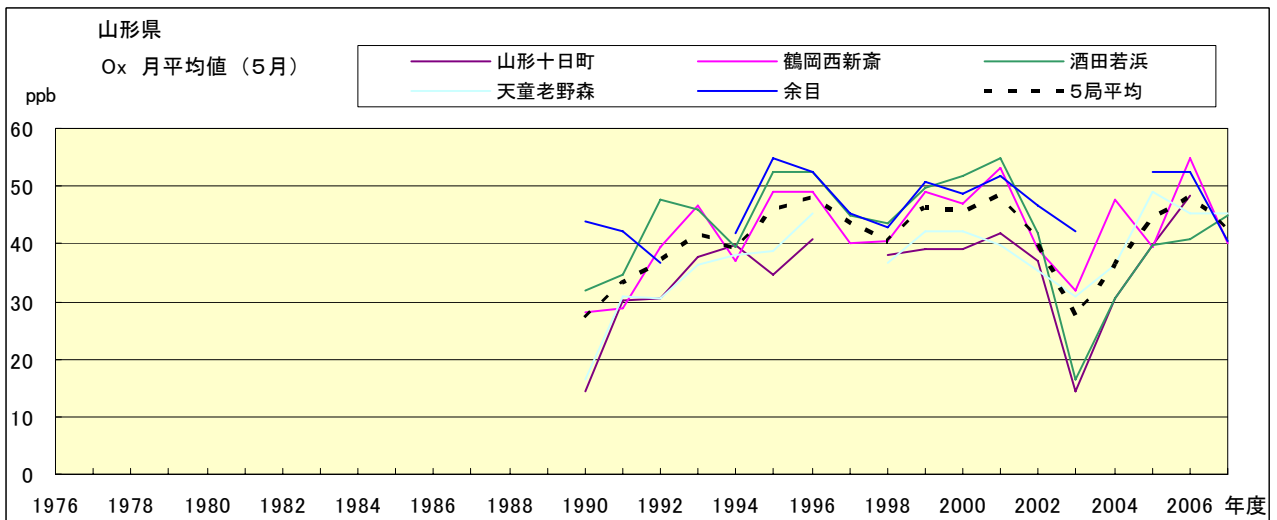


図 15.e Ox 濃度月平均値の経年変化(5月)

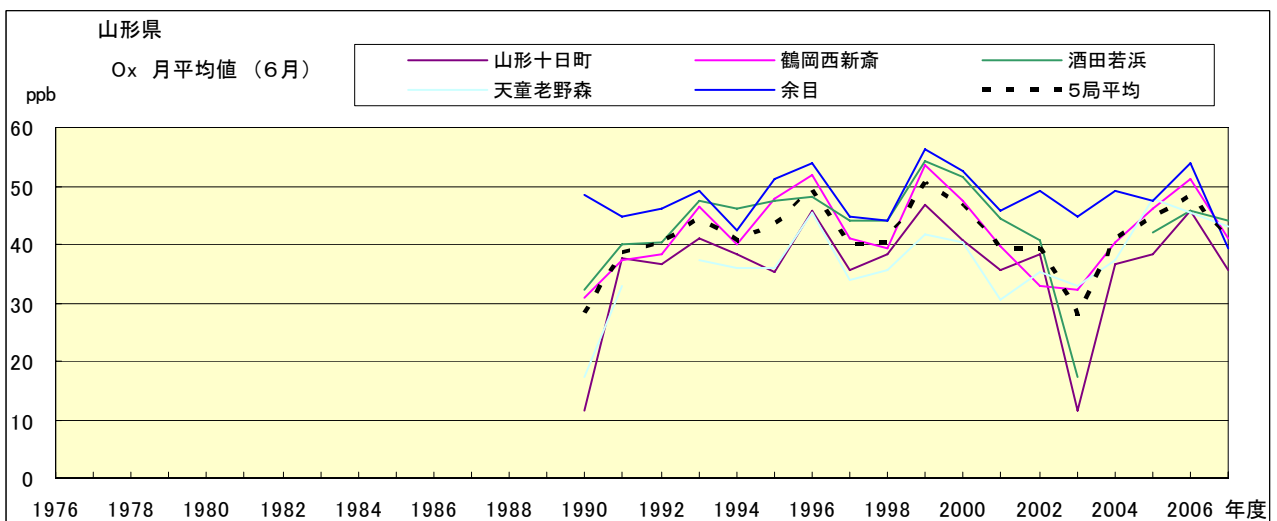


図 15.f Ox 濃度月平均値の経年変化(6月)

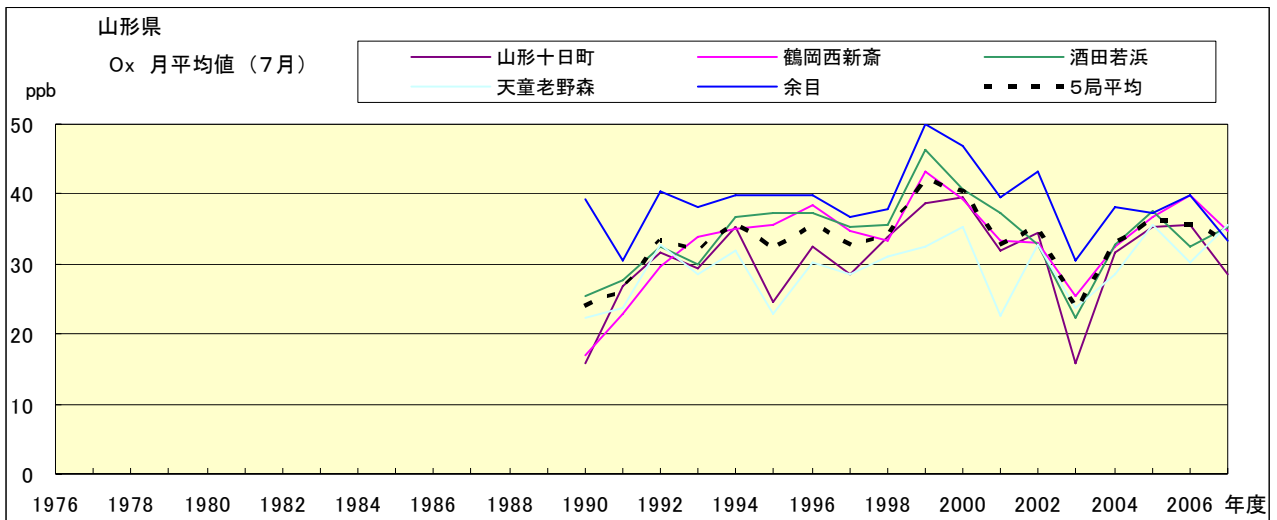


図 15.g Ox 濃度月平均値の経年変化(7月)

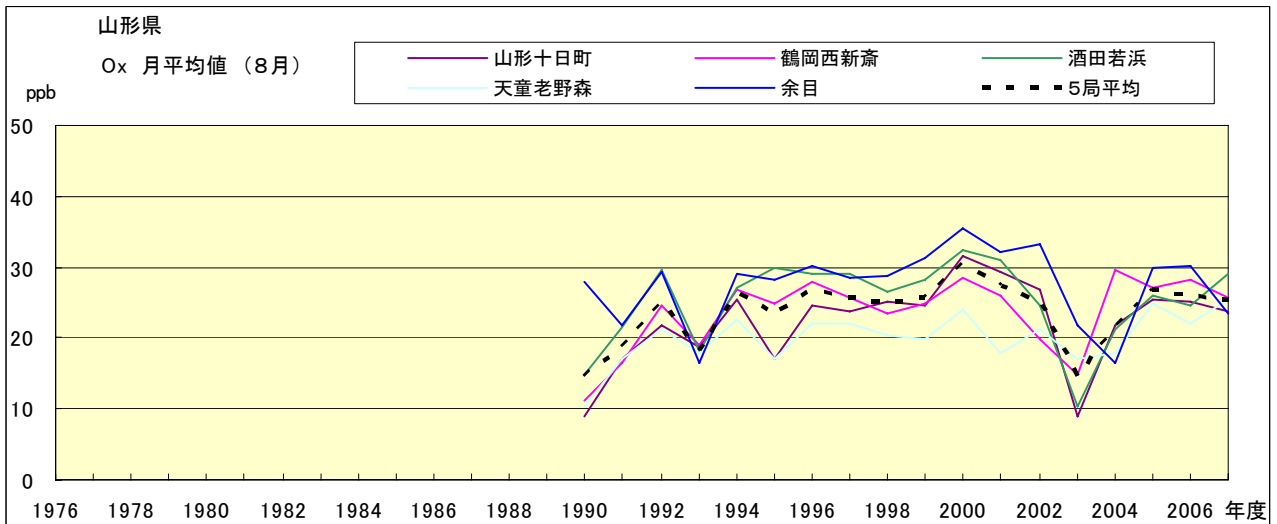


図 15.h Ox 濃度月平均値の経年変化(8月)

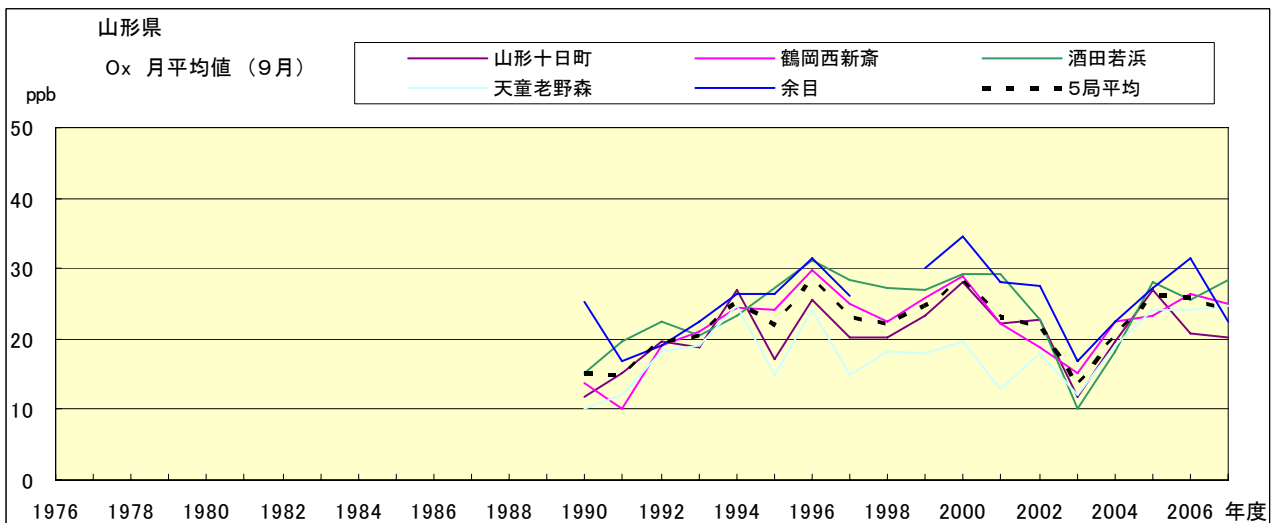


図 15.i Ox 濃度月平均値の経年変化(9月)

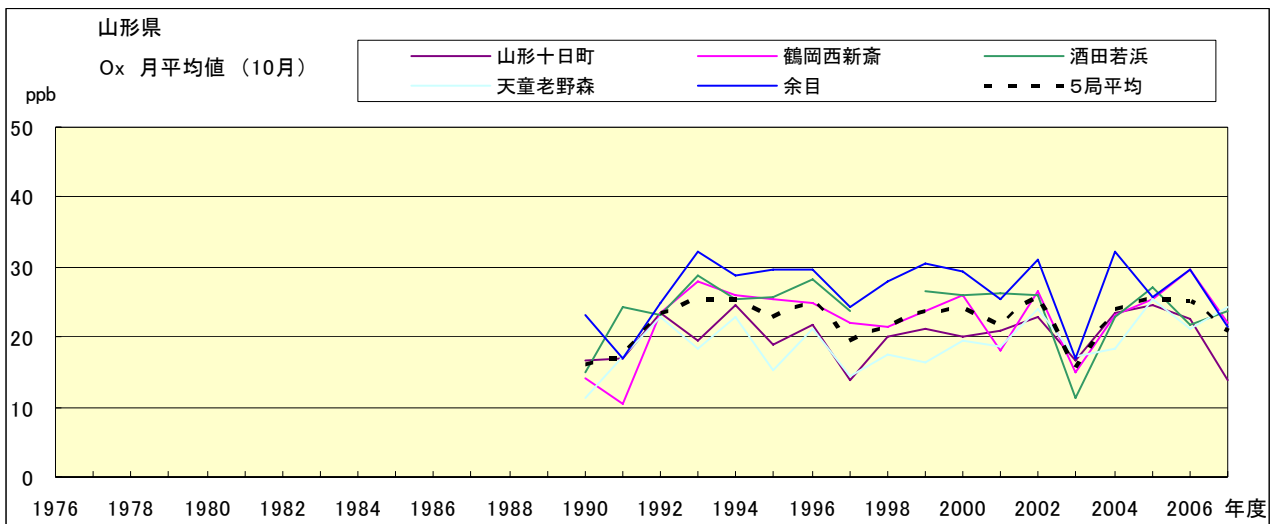


図 15.j O<sub>x</sub> 濃度月平均値の経年変化(10月)

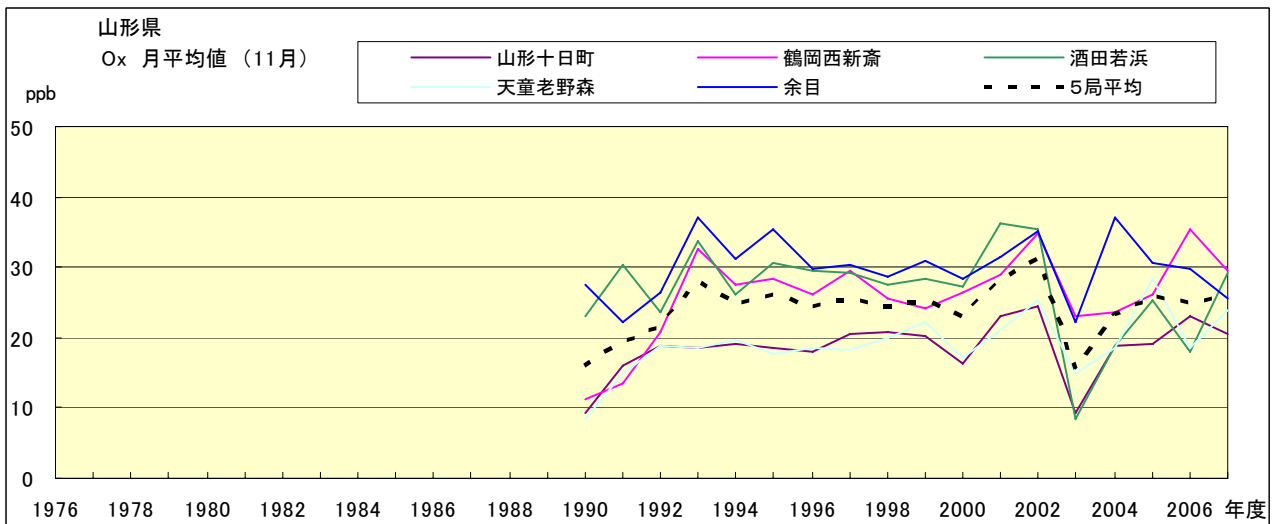


図 15.k O<sub>x</sub> 濃度月平均値の経年変化(11月)

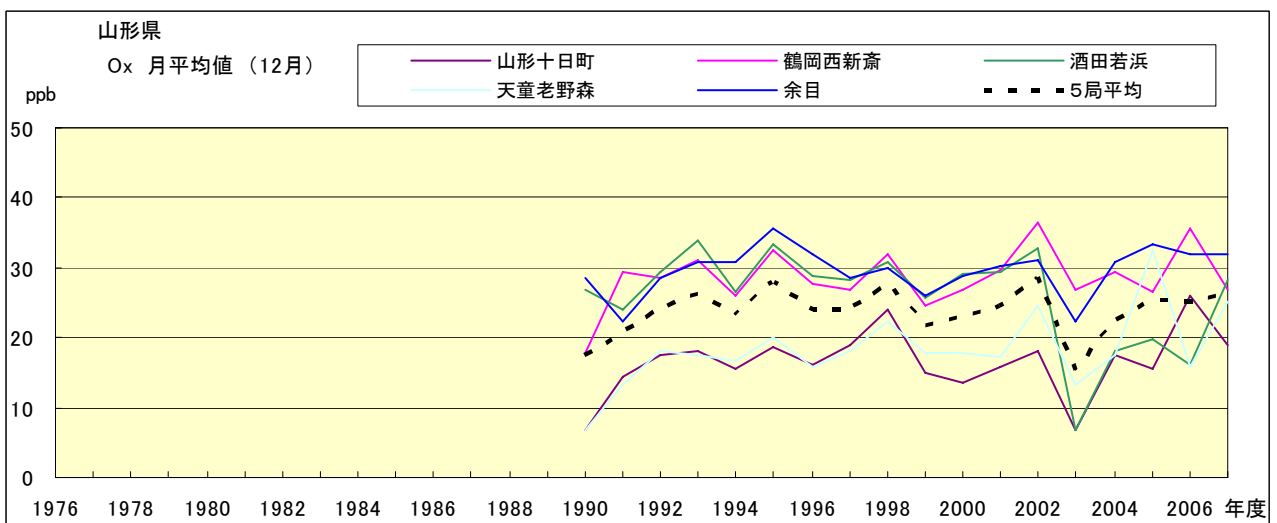


図 15.l O<sub>x</sub> 濃度月平均値の経年変化(12月)

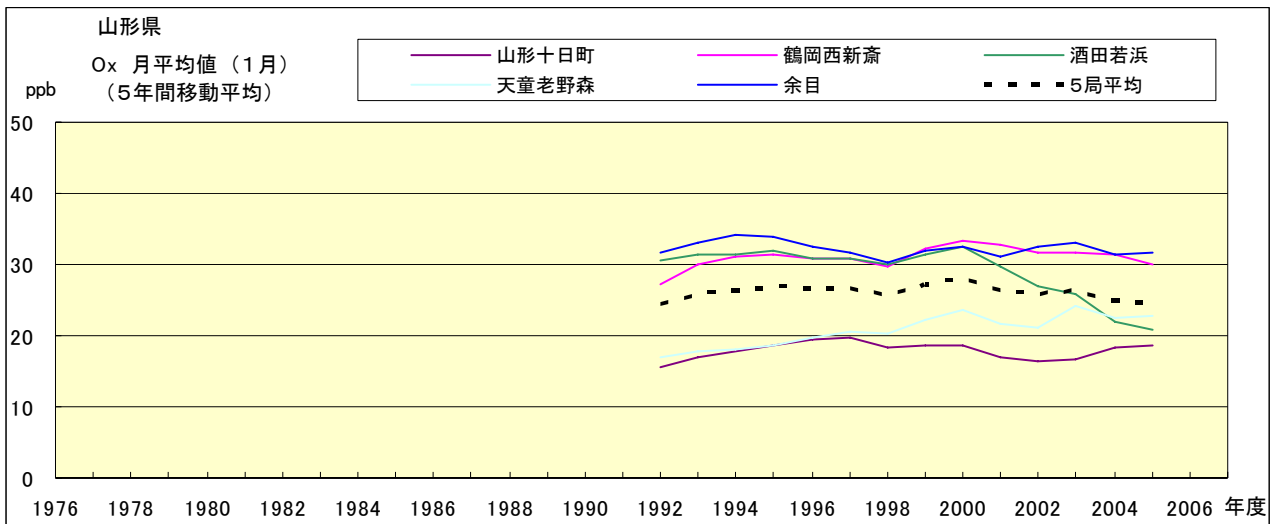


図 15.a' Ox 濃度月平均値の経年変化(1月, 5年間移動平均)

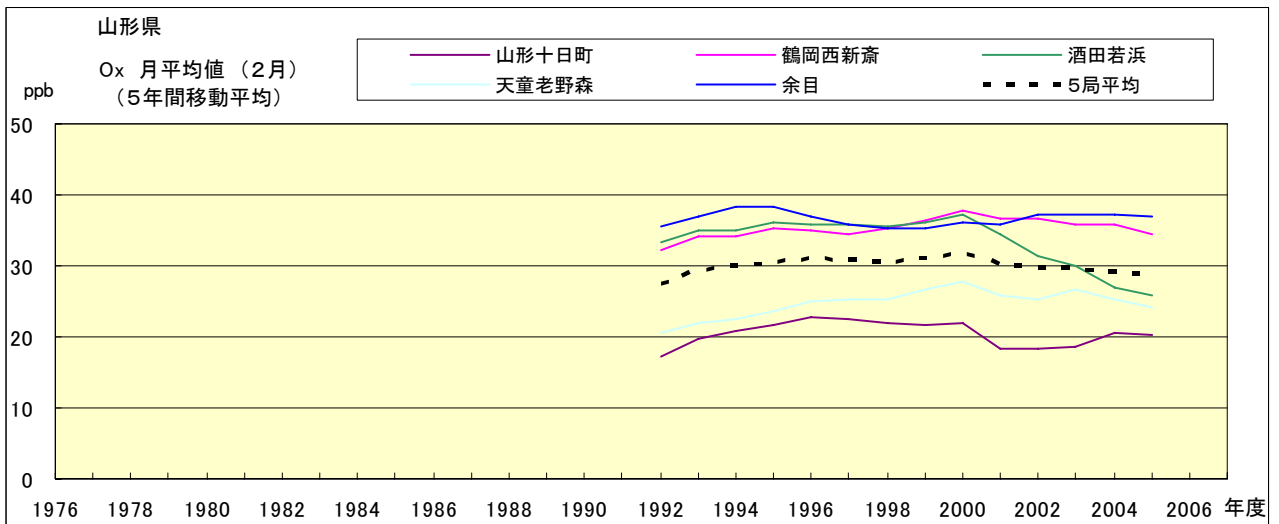


図 15.b' Ox 濃度月平均値の経年変化(2月, 5年間移動平均)

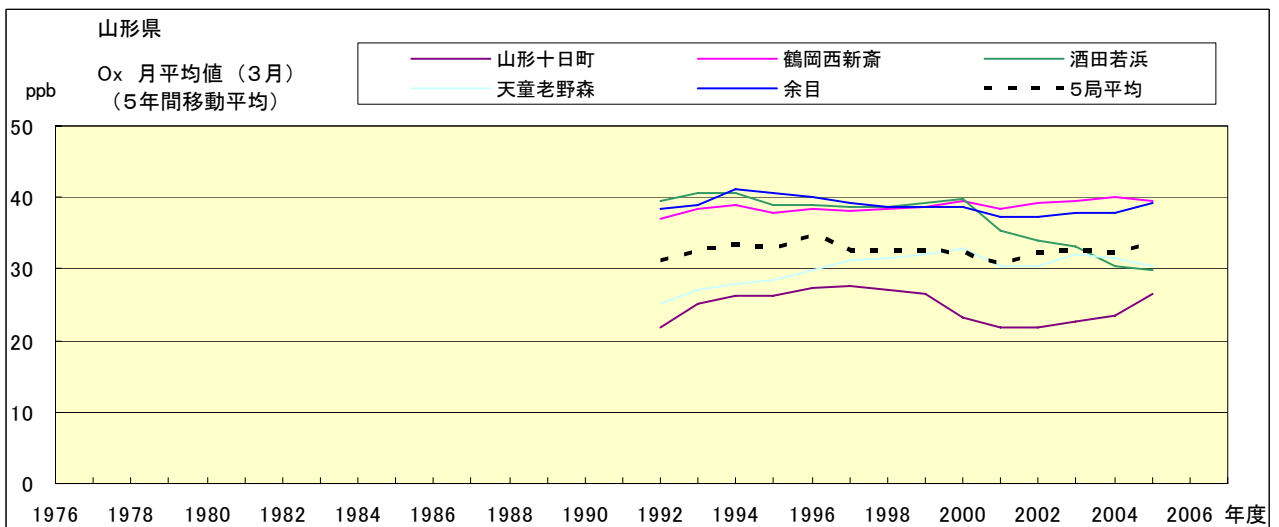


図 15.c' Ox 濃度月平均値の経年変化(3月, 5年間移動平均)

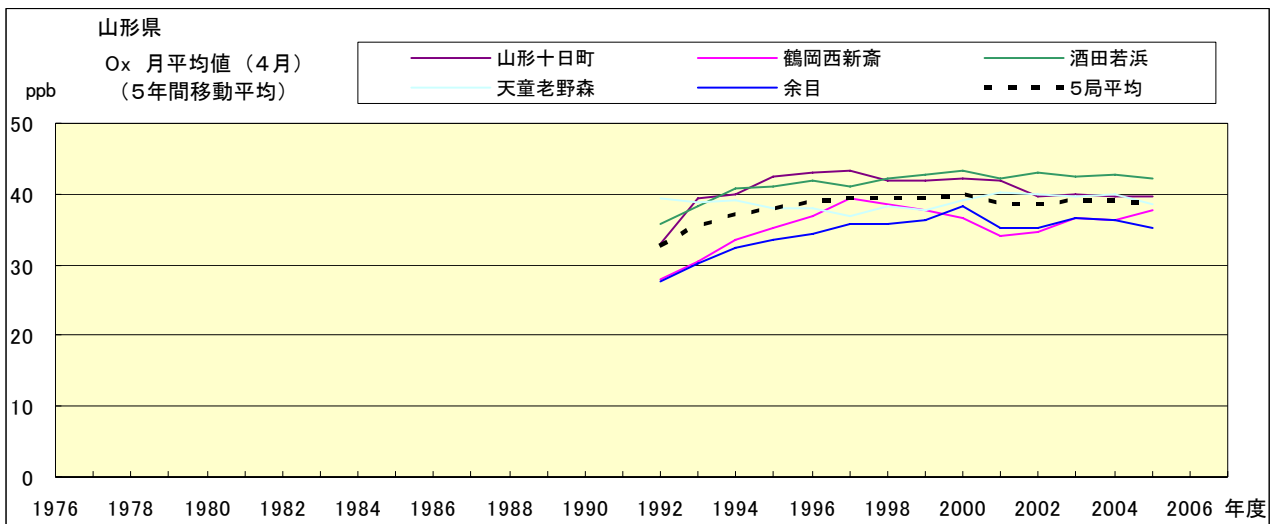


図 15.d' Ox 濃度月平均値の経年変化(4月, 5年間移動平均)

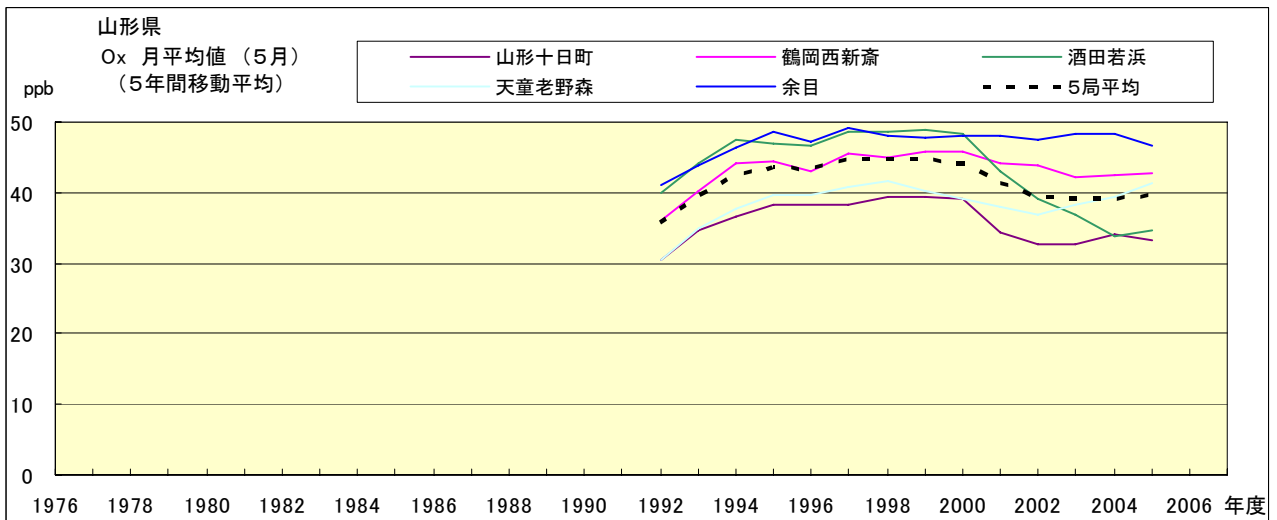


図 15.e' Ox 濃度月平均値の経年変化(5月, 5年間移動平均)

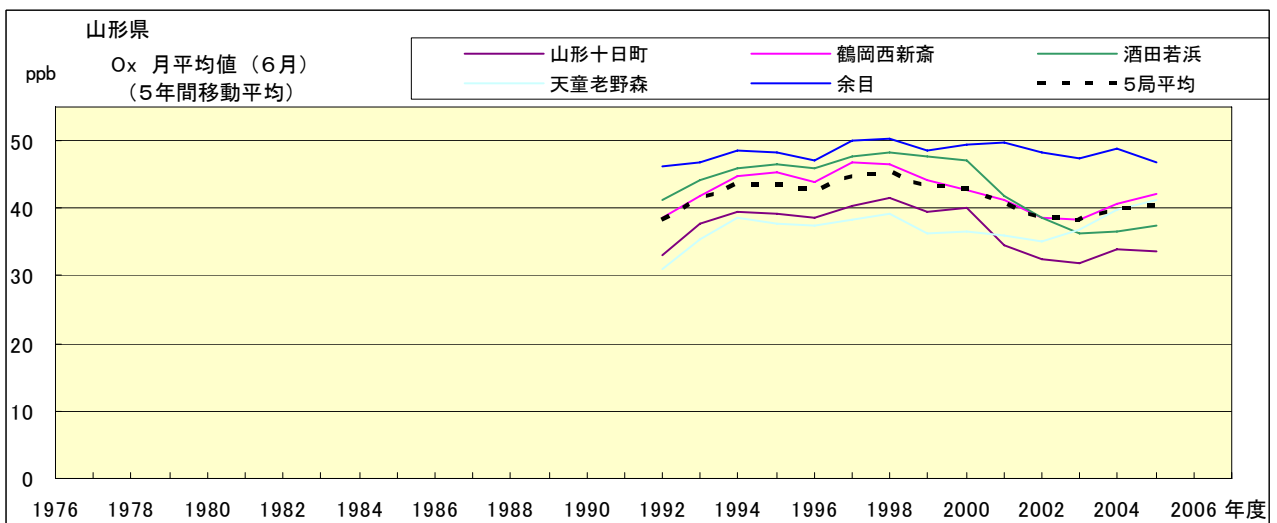


図 15.f' Ox 濃度月平均値の経年変化(6月, 5年間移動平均)

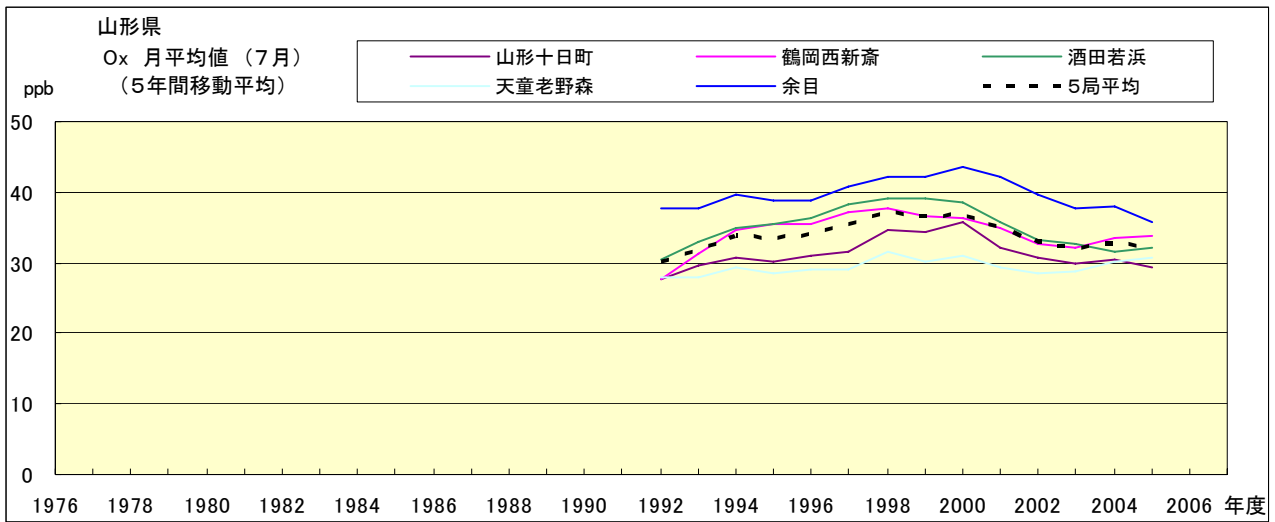


図 15.g' Ox 濃度月平均値の経年変化(7月, 5年間移動平均)

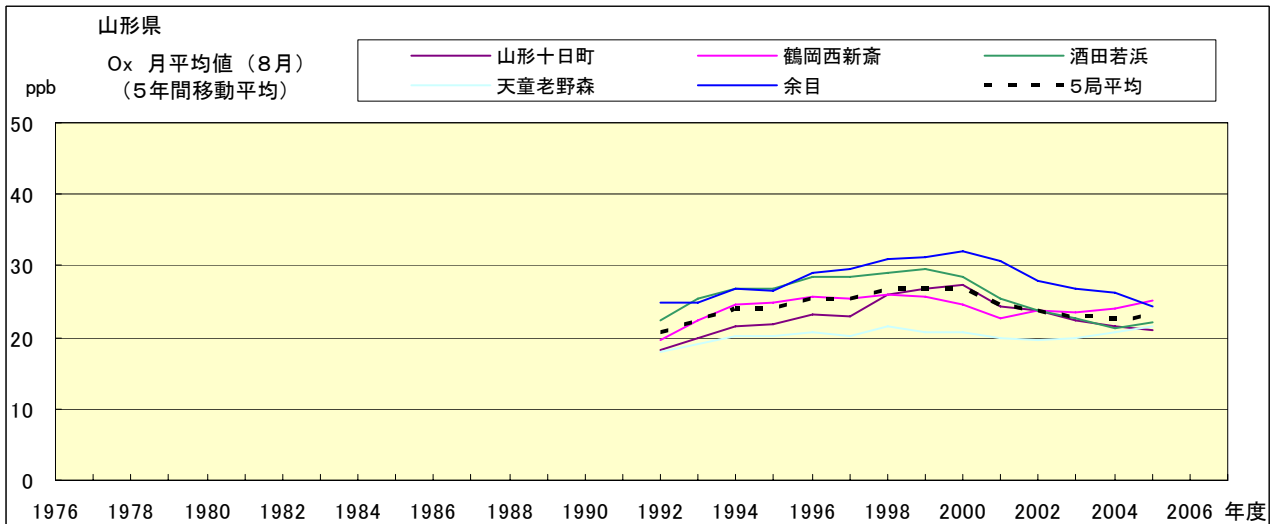


図 15.h' Ox 濃度月平均値の経年変化(8月, 5年間移動平均)

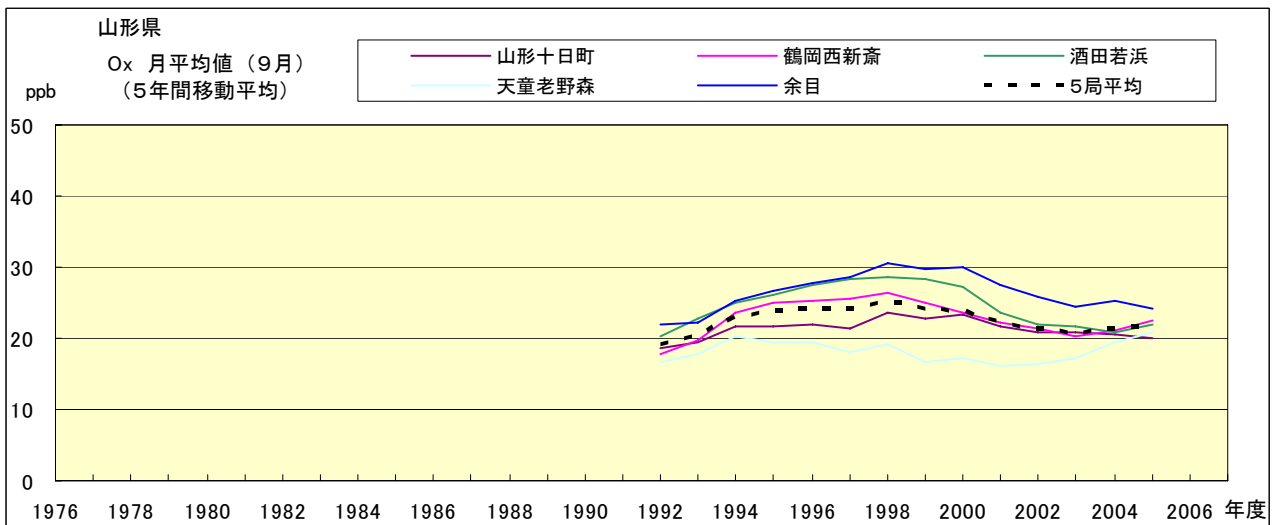


図 15.i' Ox 濃度月平均値の経年変化(9月, 5年間移動平均)



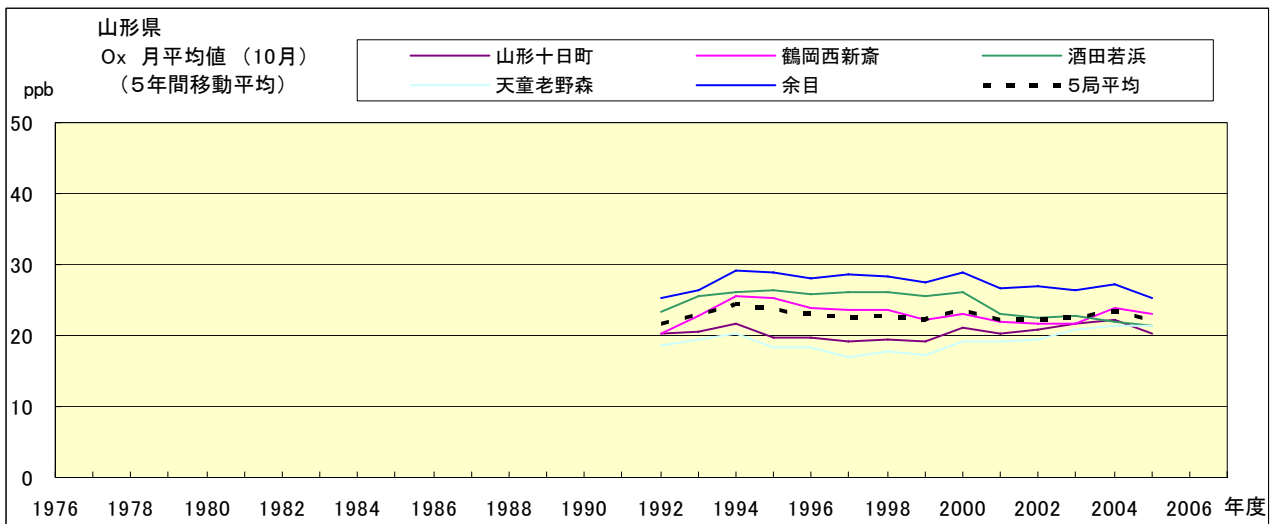


図 15.j' Ox 濃度月平均値の経年変化(10月, 5年間移動平均)

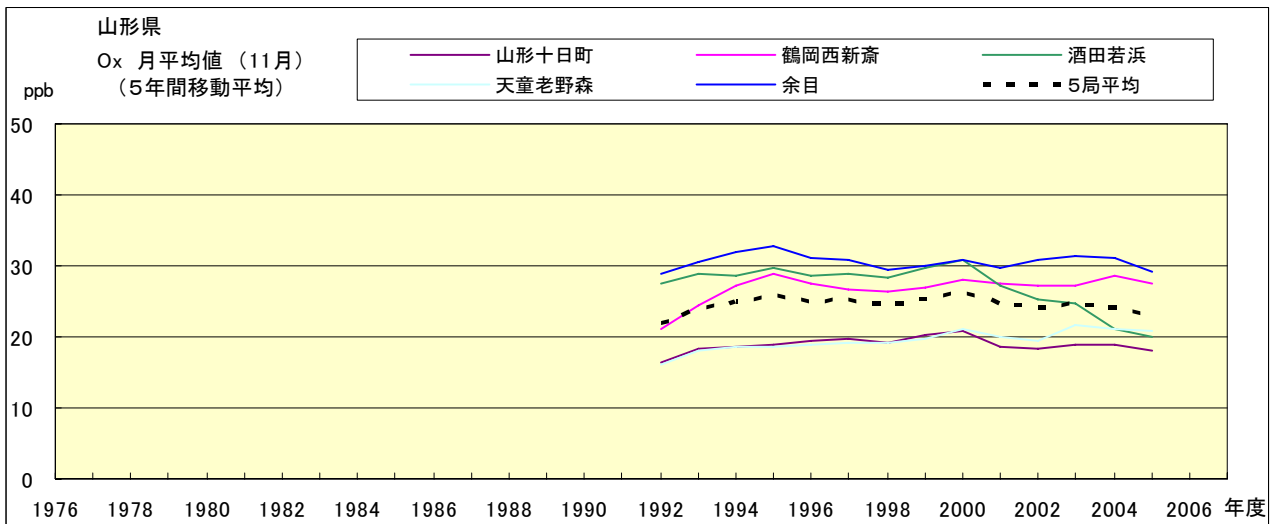


図 15.k' Ox 濃度月平均値の経年変化(11月, 5年間移動平均)

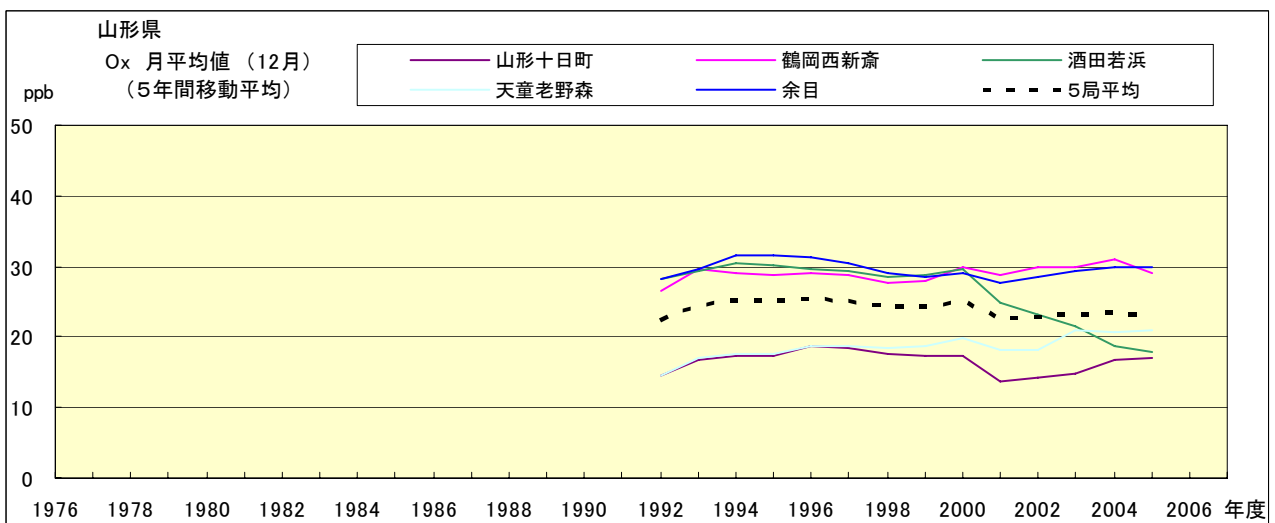


図 15.l' Ox 濃度月平均値の経年変化(12月, 5年間移動平均)

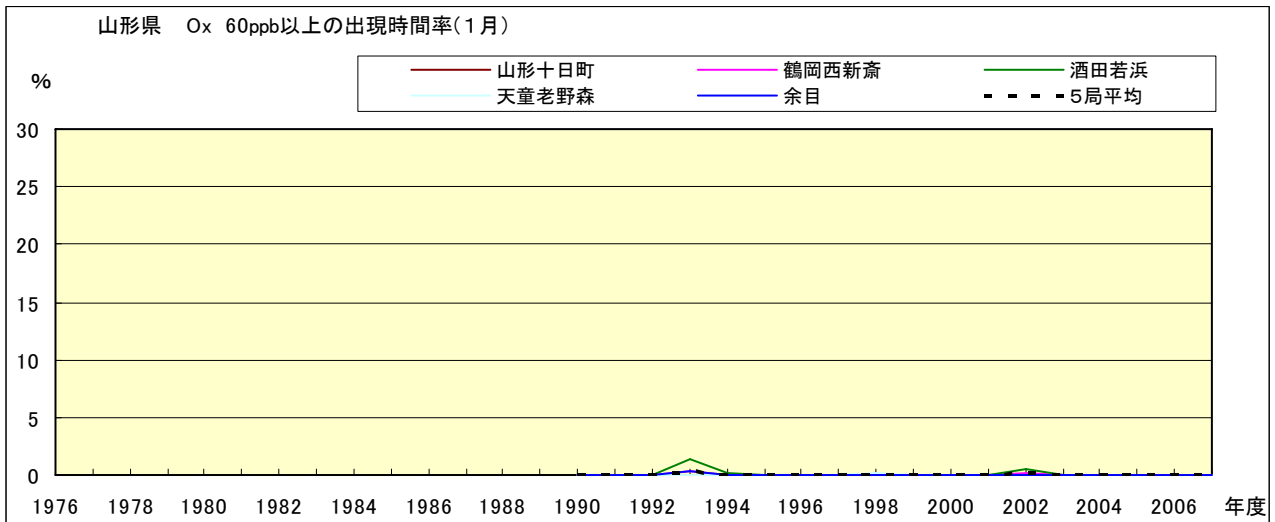


図 16-2.a Ox 濃度 60ppb 以上の月別時間率の経年変化(1月)

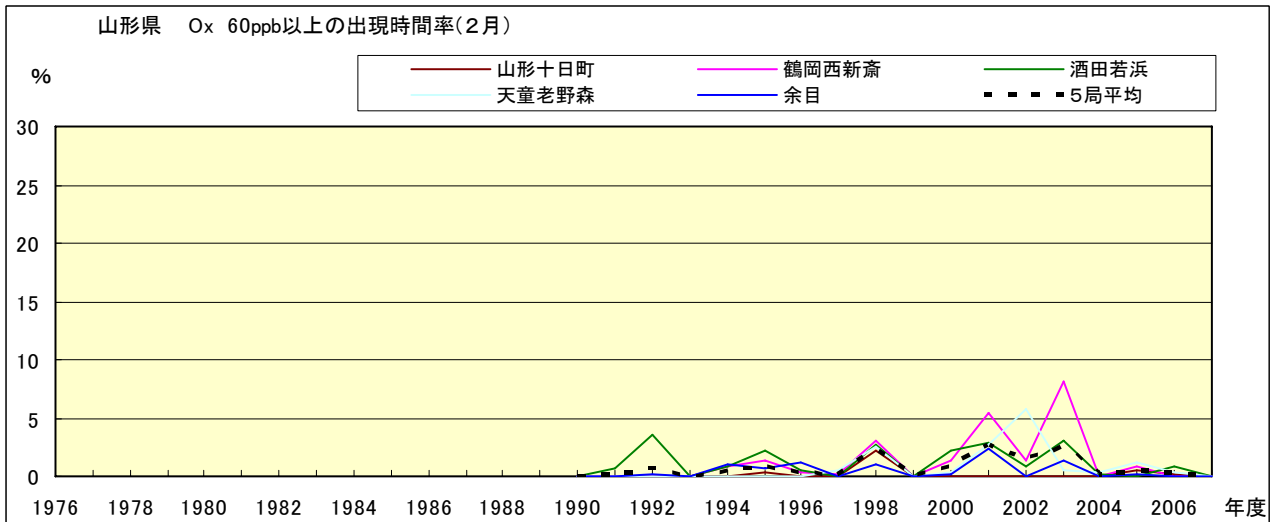


図 16-2.b Ox 濃度 60ppb 以上の月別時間率の経年変化(2月)

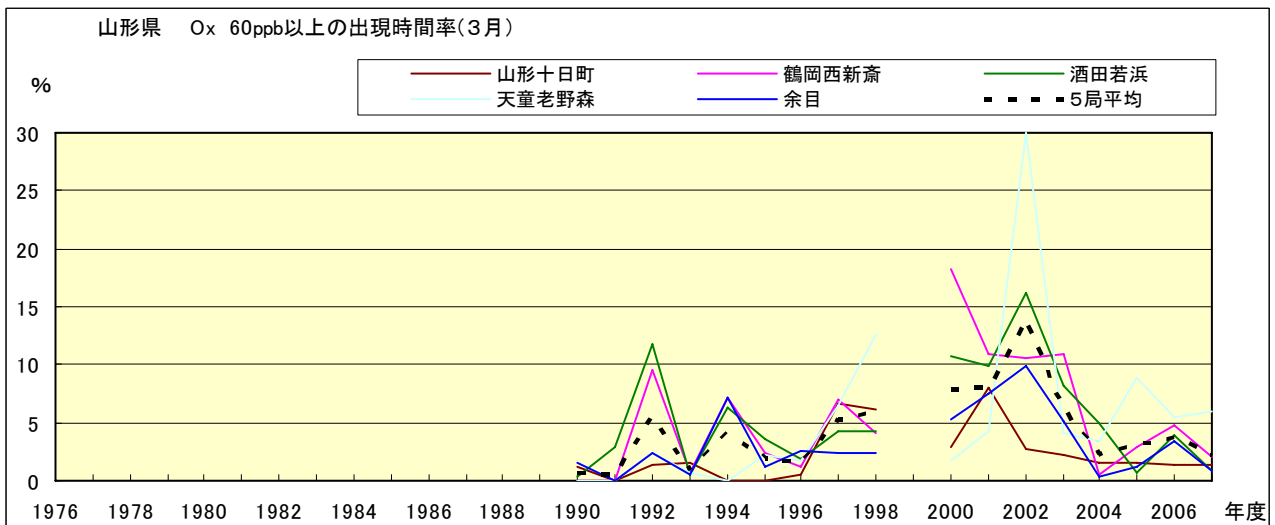


図 16-2.c Ox 濃度 60ppb 以上の月別時間率の経年変化(3月)

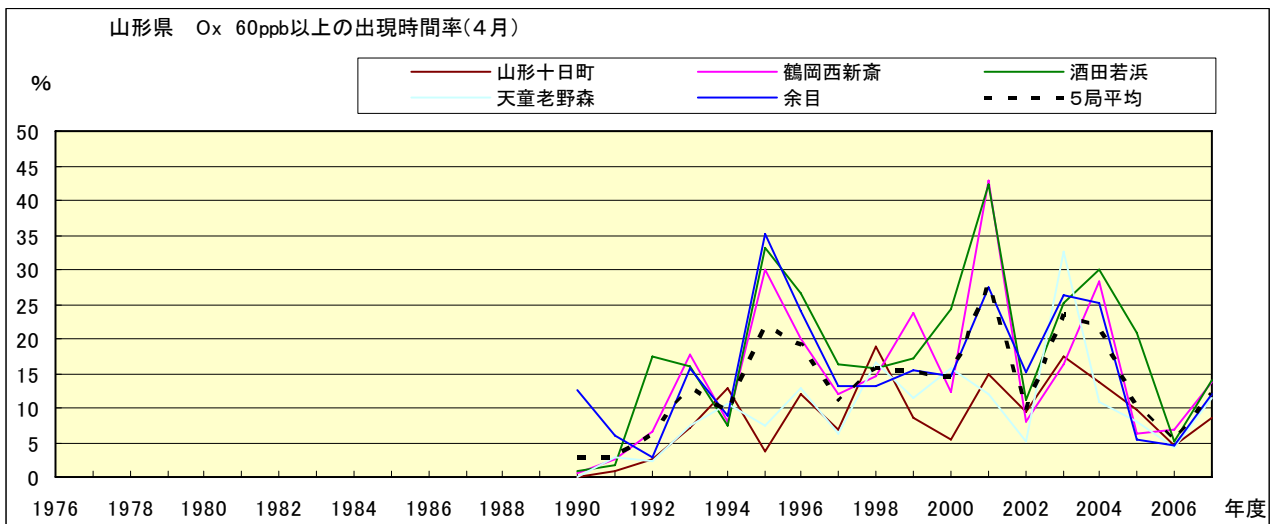


図 16-2.d Ox 濃度 60ppb 以上の月別時間率の経年変化(4月)

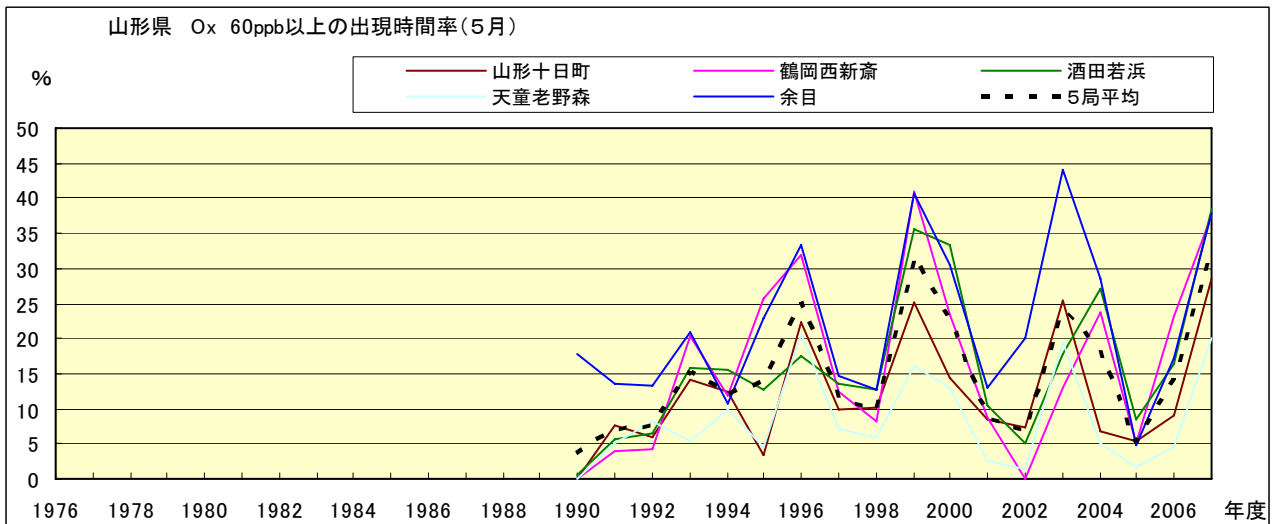


図 16-2.e Ox 濃度 60ppb 以上の月別時間率の経年変化(5月)

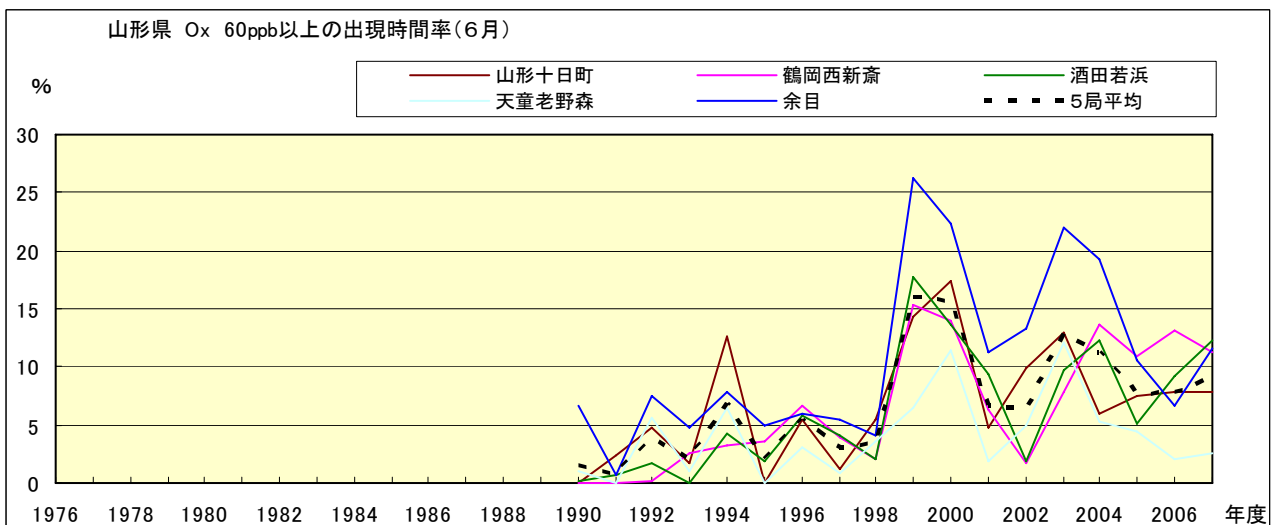


図 16-2.f Ox 濃度 60ppb 以上の月別時間率の経年変化(6月)

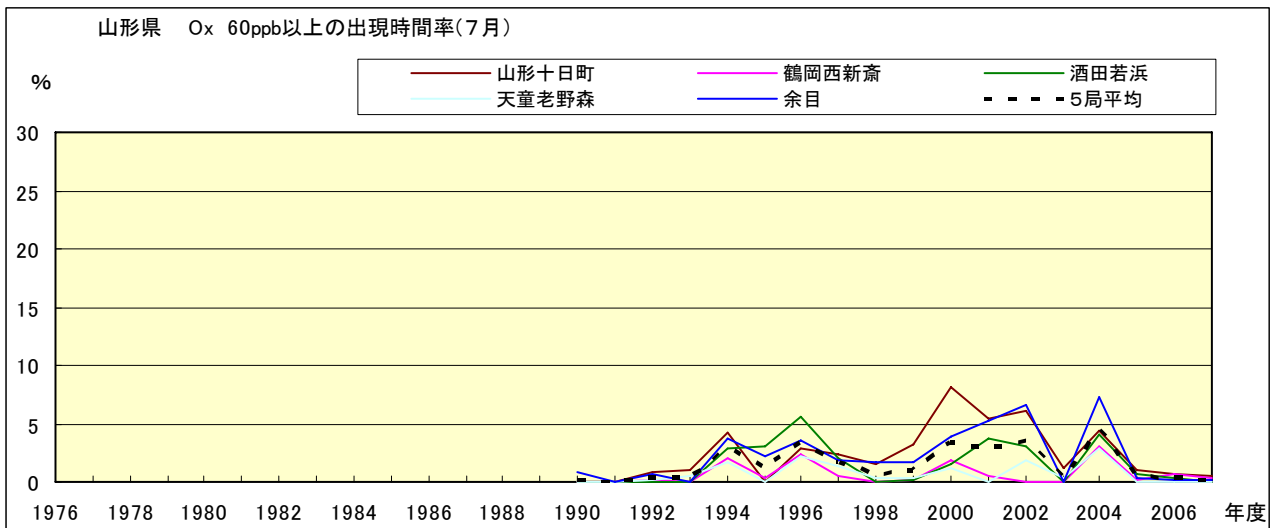


図 16-2.g Ox 濃度 60ppb 以上の月別時間率の経年変化(7月)

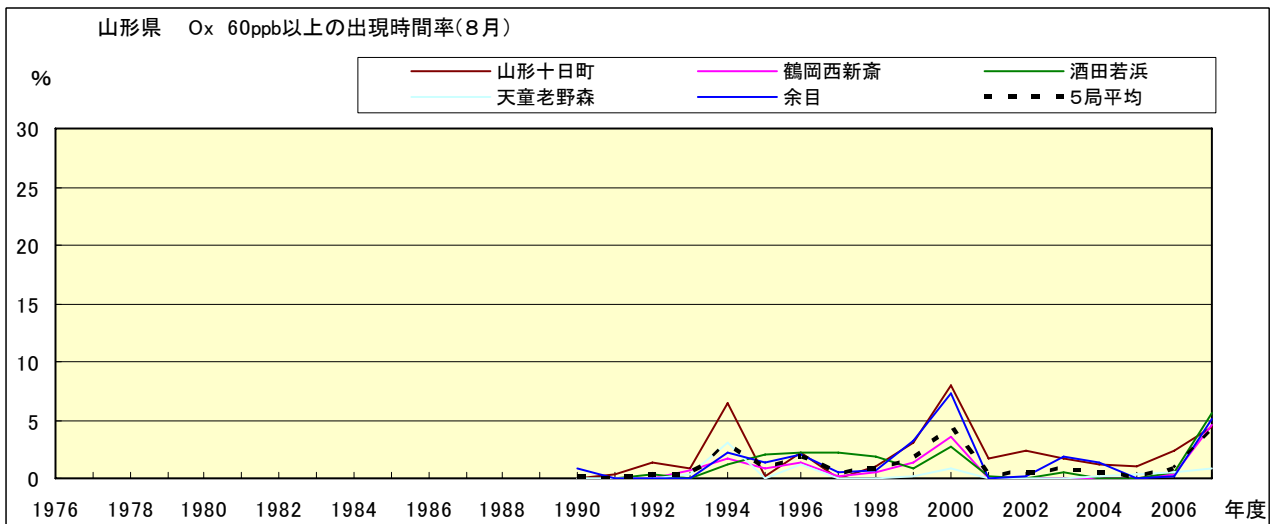


図 16-2.h Ox 濃度 60ppb 以上の月別時間率の経年変化(8月)

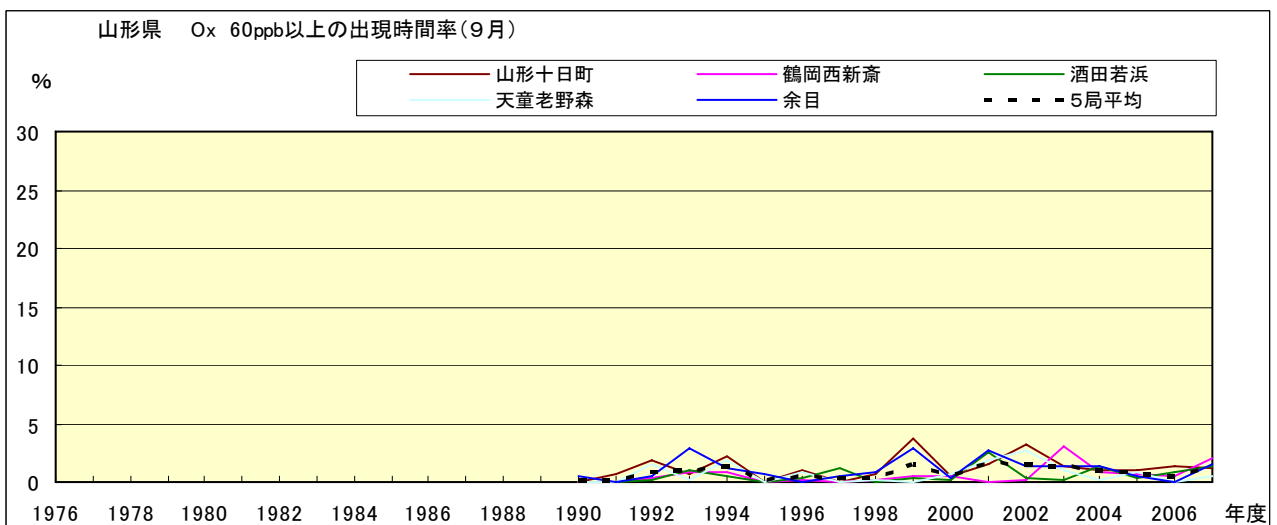


図 16-2.i Ox 濃度 60ppb 以上の月別時間率の経年変化(9月)

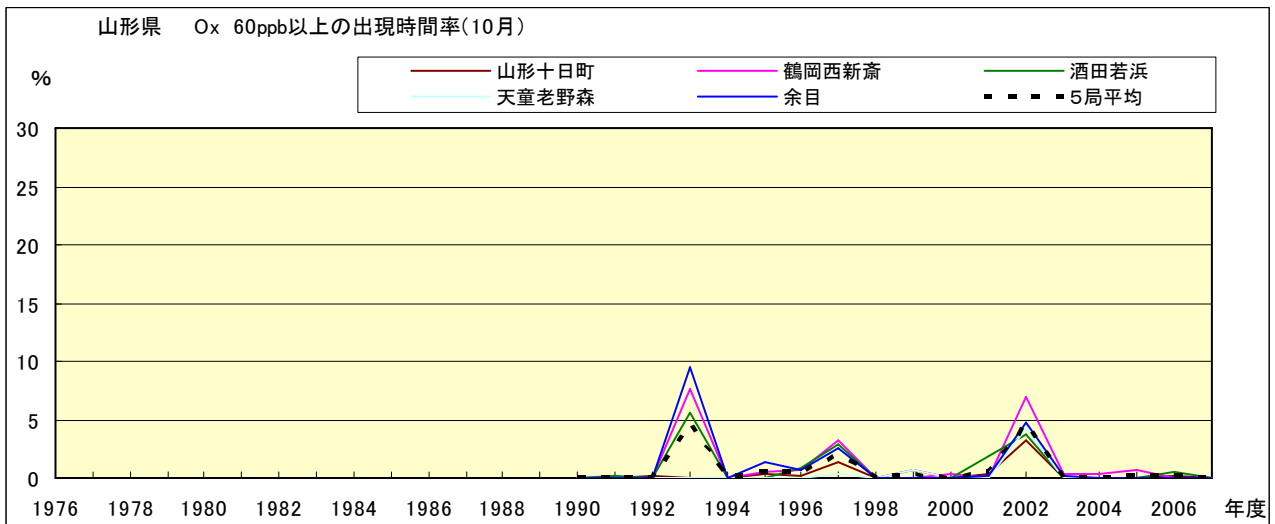


図 16-2.j Ox 濃度 60ppb 以上の月別時間率の経年変化(10 月)

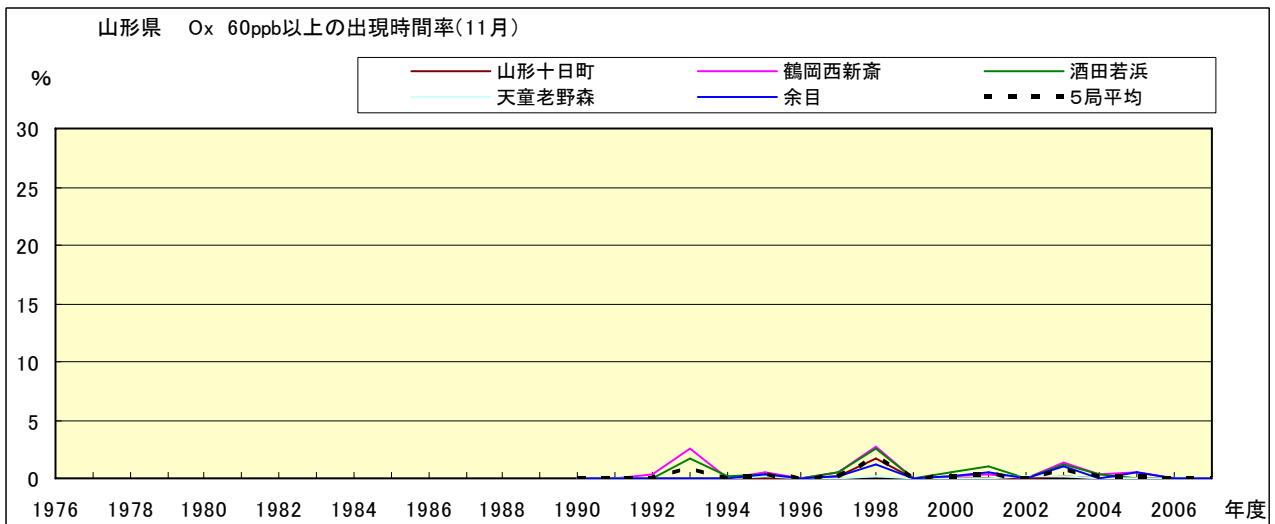


図 16-2.k Ox 濃度 60ppb 以上の月別時間率の経年変化(11 月)

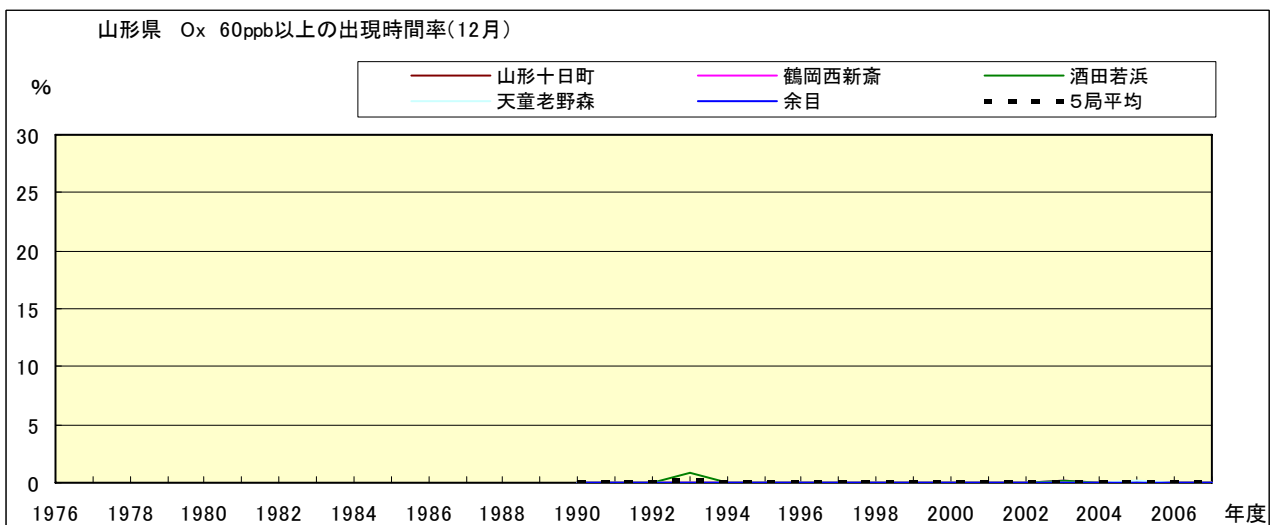


図 16-2.l Ox 濃度 60ppb 以上の月別時間率の経年変化(12 月)

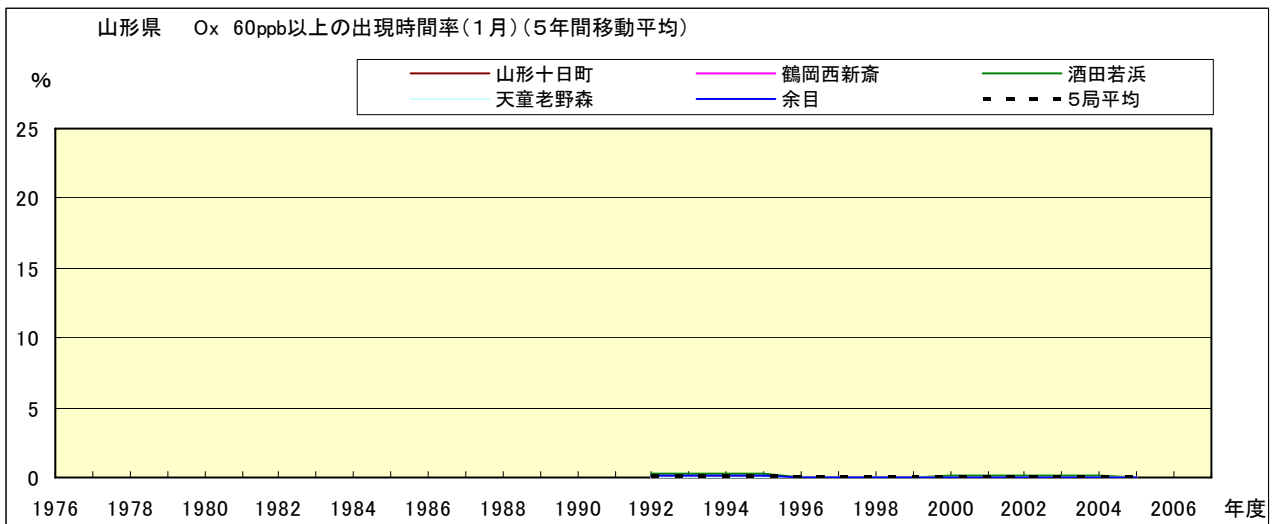


図 16-2.a' Ox 濃度 60ppb 以上の月別時間率の経年変化(1月,5年間移動平均)

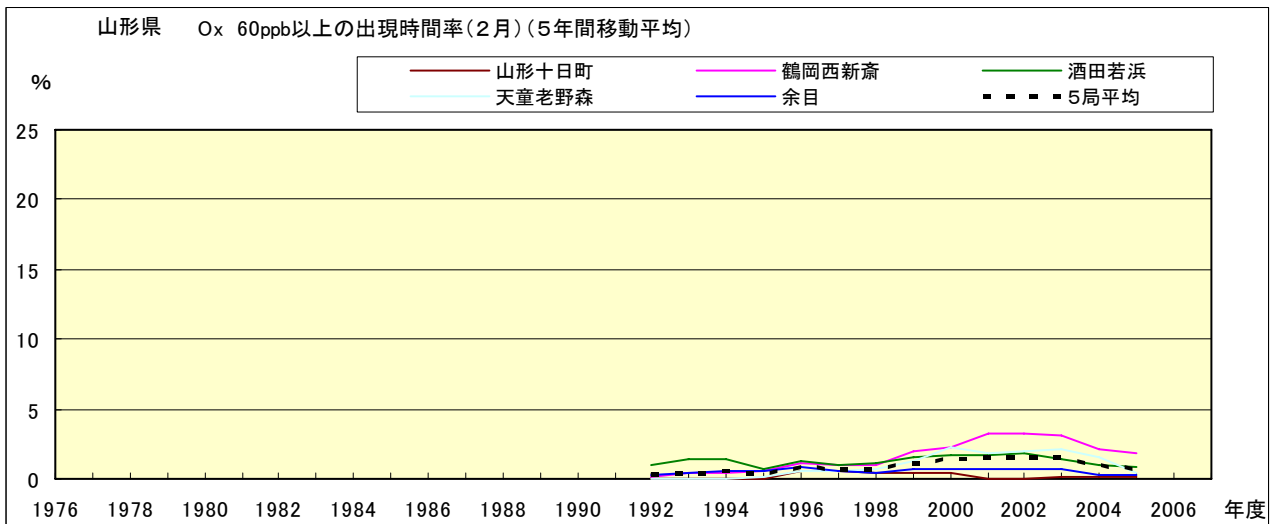


図 16-2.b' Ox 濃度 60ppb 以上の月別時間率の経年変化(2月,5年間移動平均)

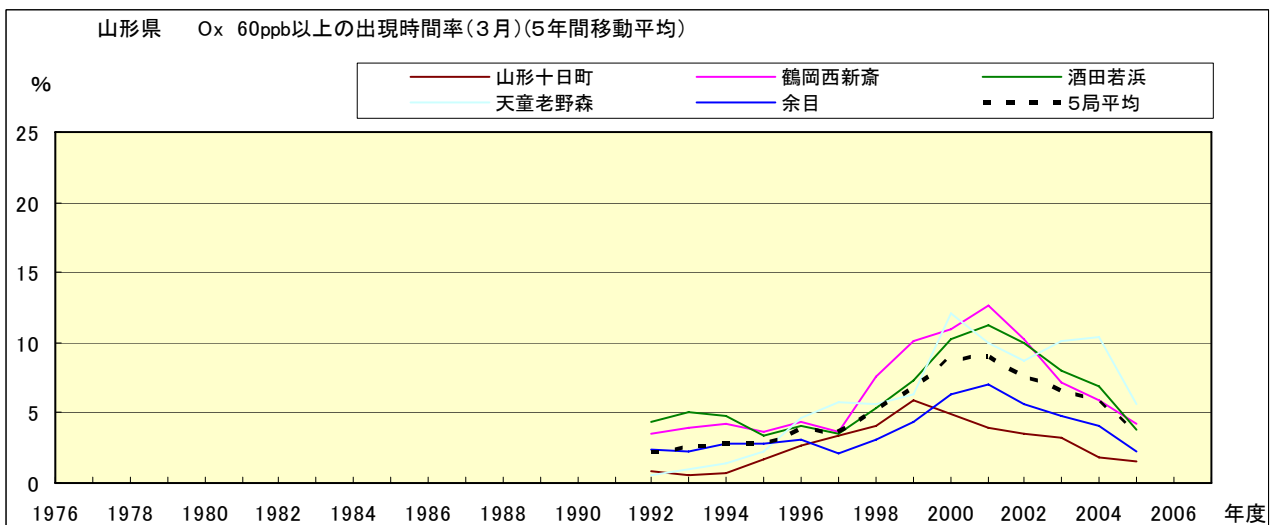


図 16-2.c' Ox 濃度 60ppb 以上の月別時間率の経年変化(3月,5年間移動平均)

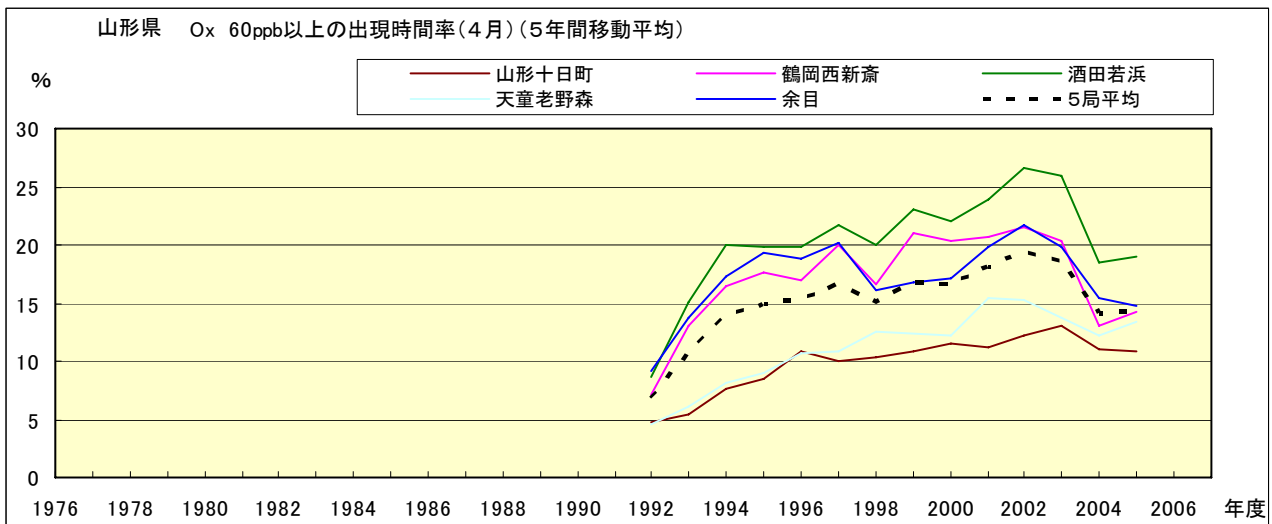


図 16-2.d' Ox 濃度 60ppb 以上の月別時間率の経年変化(4月,5年間移動平均)

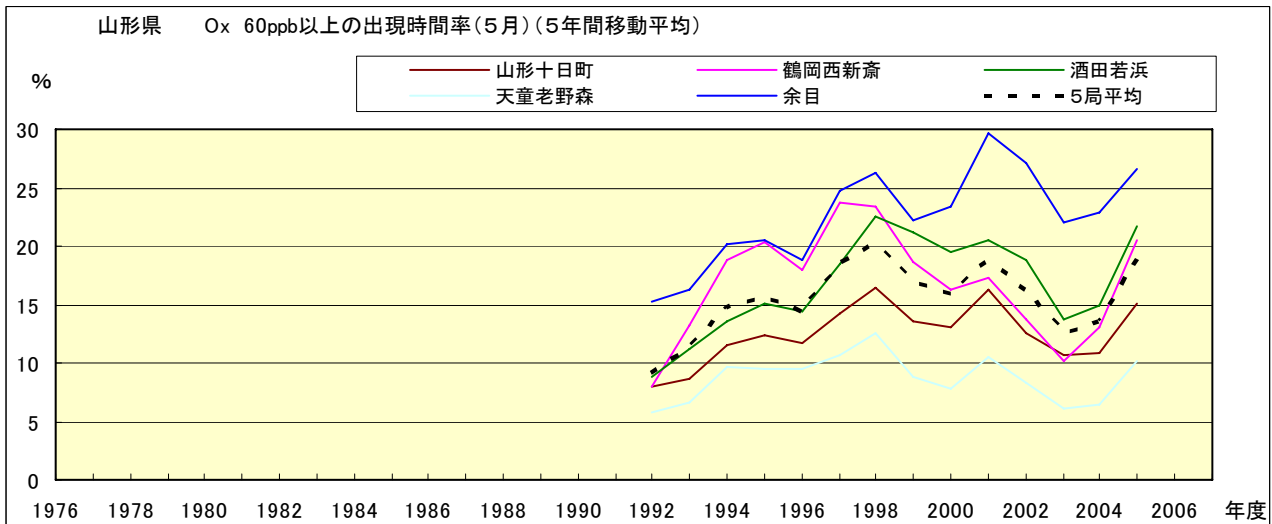


図 16-2.e' Ox 濃度 60ppb 以上の月別時間率の経年変化(5月,5年間移動平均)

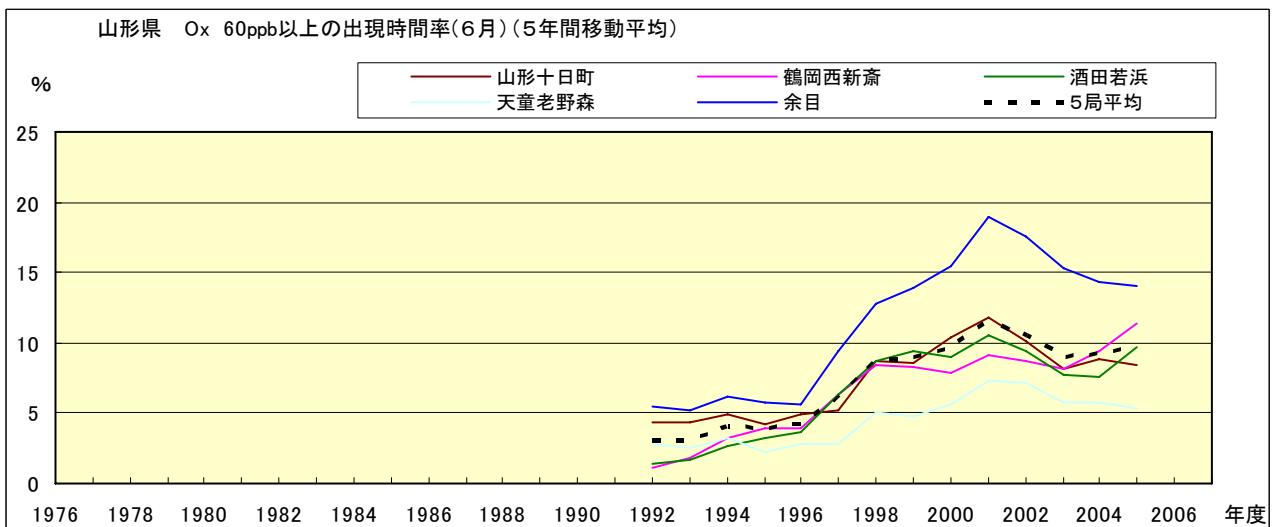


図 16-2.f' Ox 濃度 60ppb 以上の月別時間率の経年変化(6月,5年間移動平均)

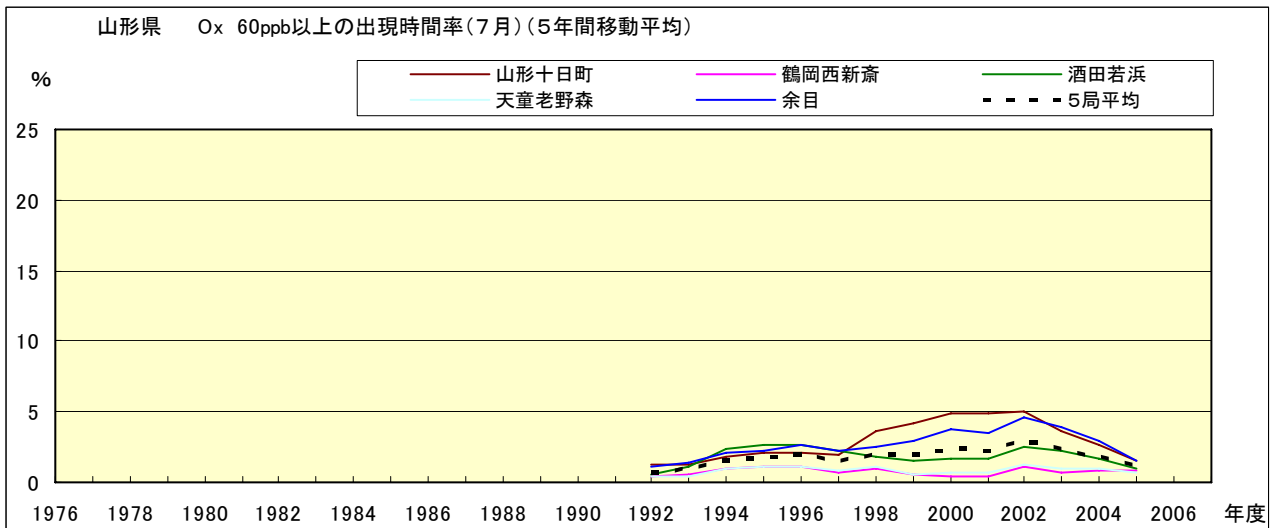


図 16-2.g' Ox 濃度 60ppb 以上の月別時間率の経年変化(7月,5年間移動平均)

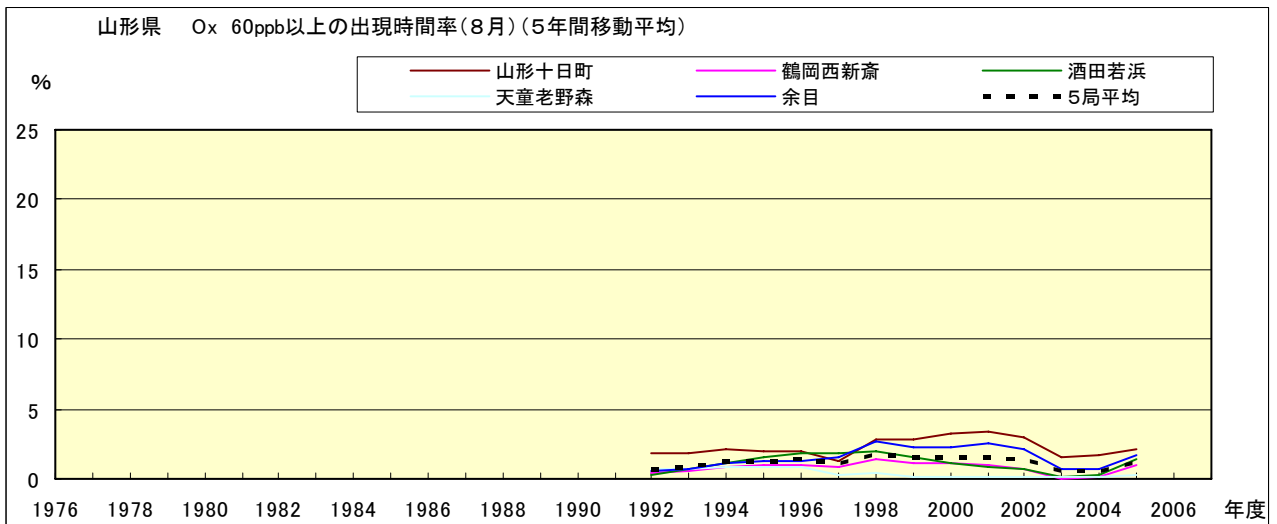


図 16-2.h' Ox 濃度 60ppb 以上の月別時間率の経年変化(8月,5年間移動平均)

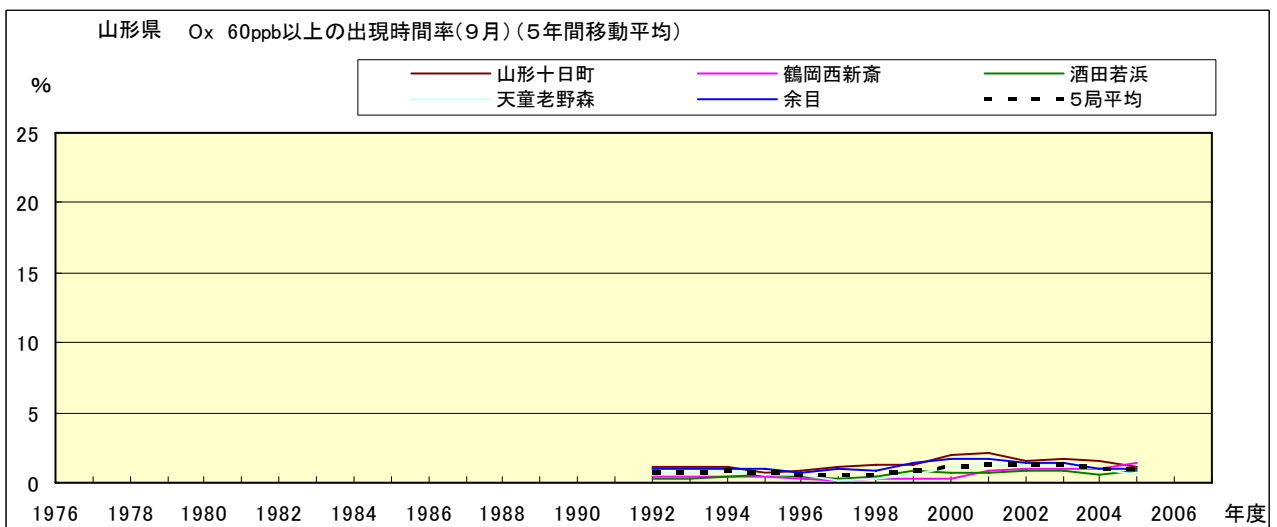


図 16-2.i' Ox 濃度 60ppb 以上の月別時間率の経年変化(9月,5年間移動平均)



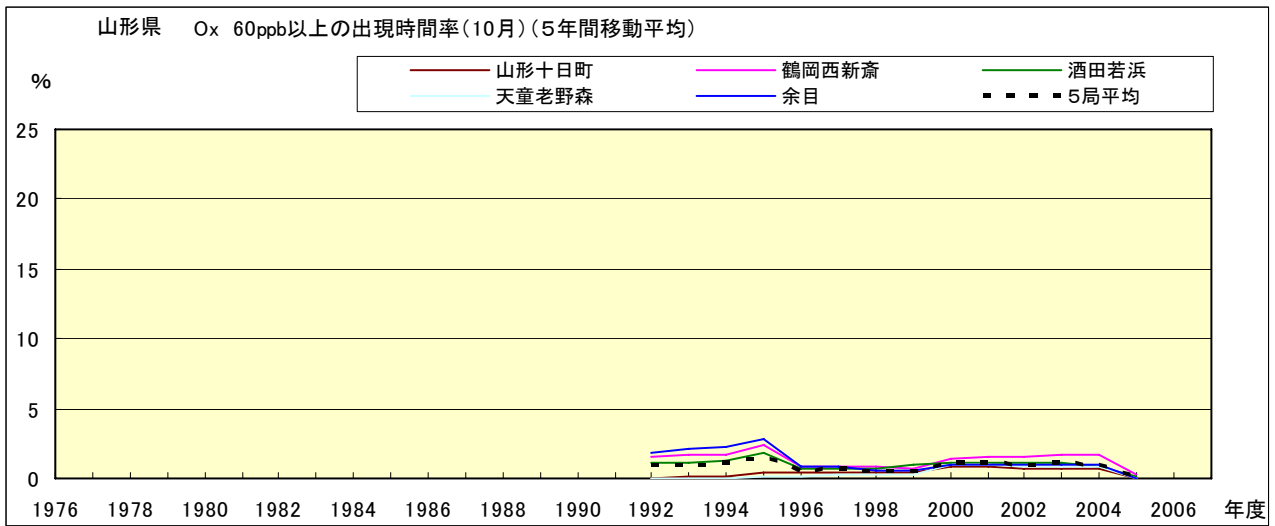


図 16-2.j' Ox 濃度 60ppb 以上の月別時間率の経年変化(10 月,5 年間移動平均)

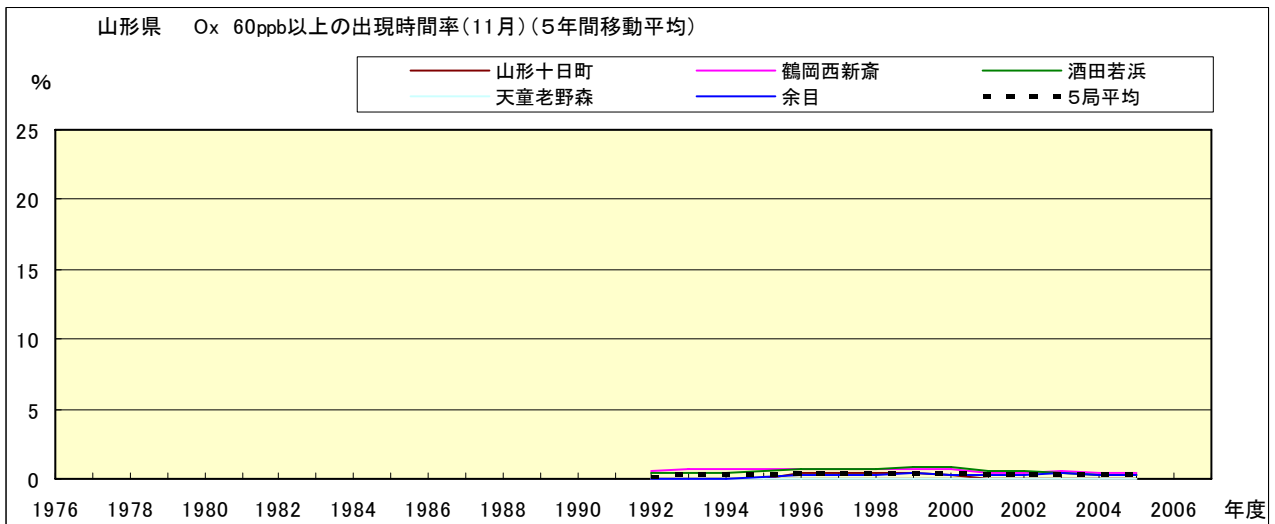


図 16-2.k' Ox 濃度 60ppb 以上の月別時間率の経年変化(11 月,5 年間移動平均)

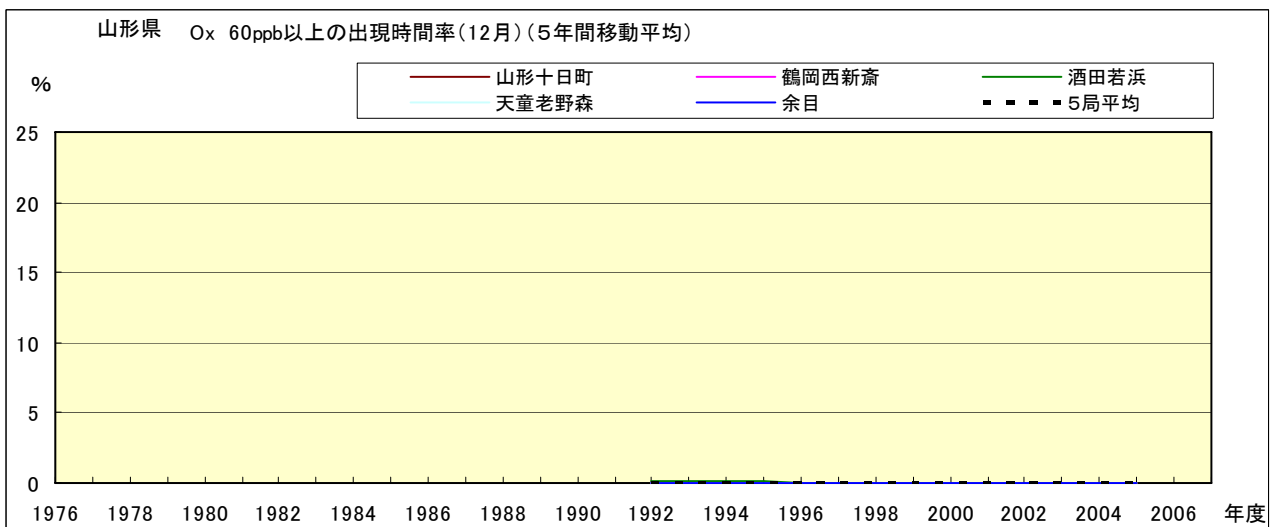


図 16-2.l' Ox 濃度 60ppb 以上の月別時間率の経年変化(12 月,5 年間移動平均)

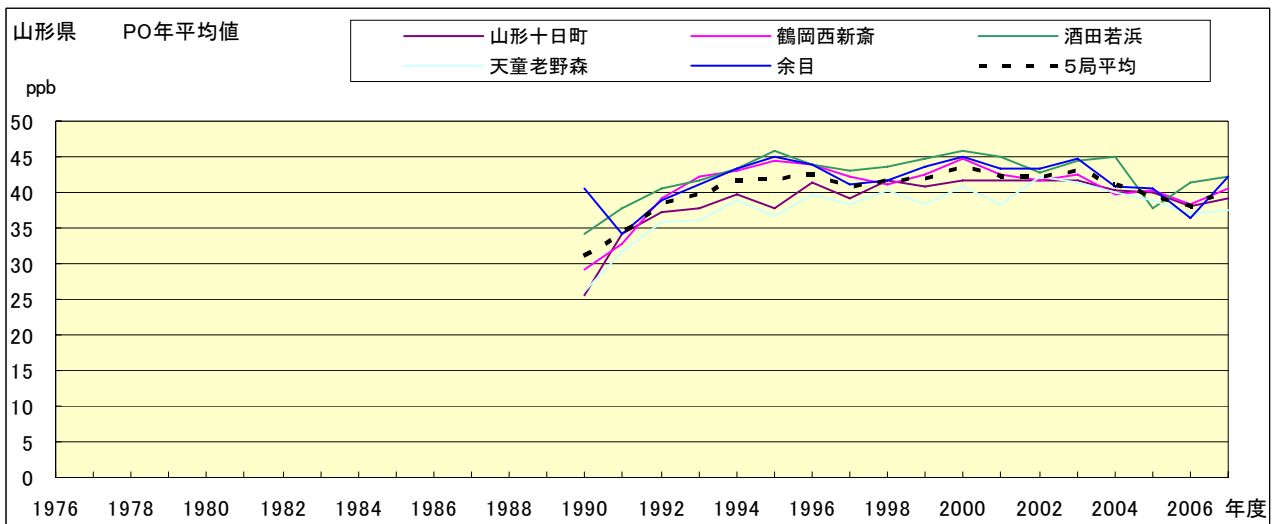


図 17.a PO 濃度年平均値の経年変化

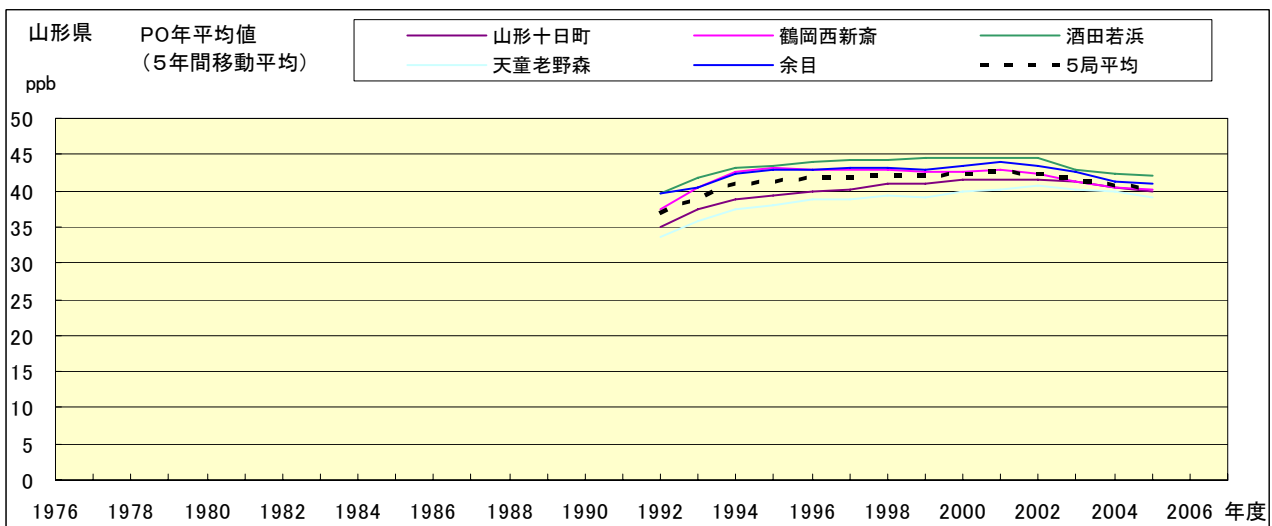


図 17.b PO 濃度年平均値の経年変化(5年間移動平均)

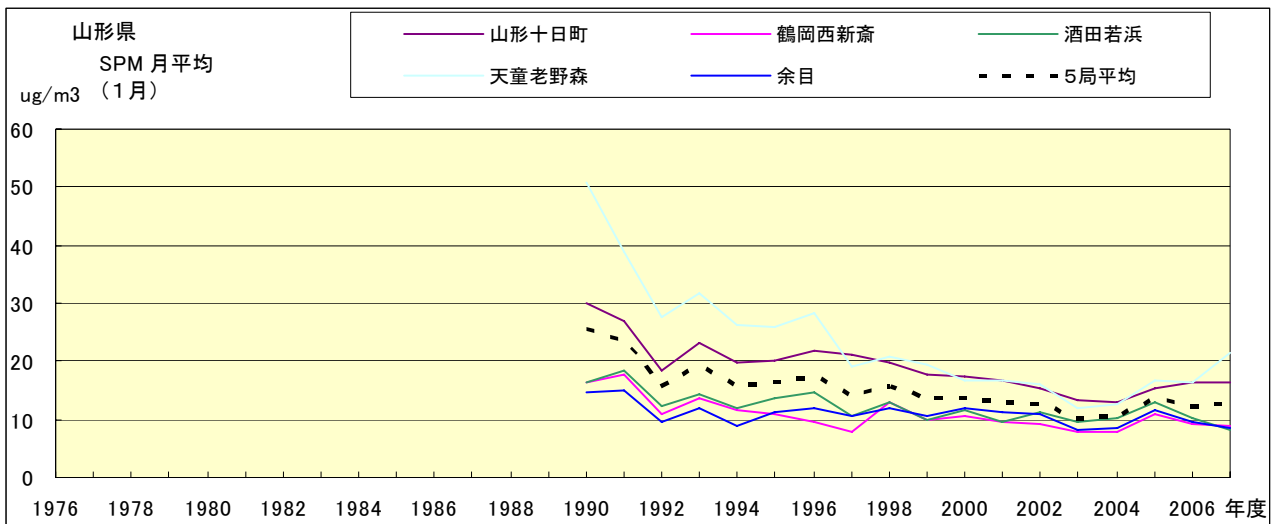


図 18.a SPM 濃度月平均値の経年変化(1月)

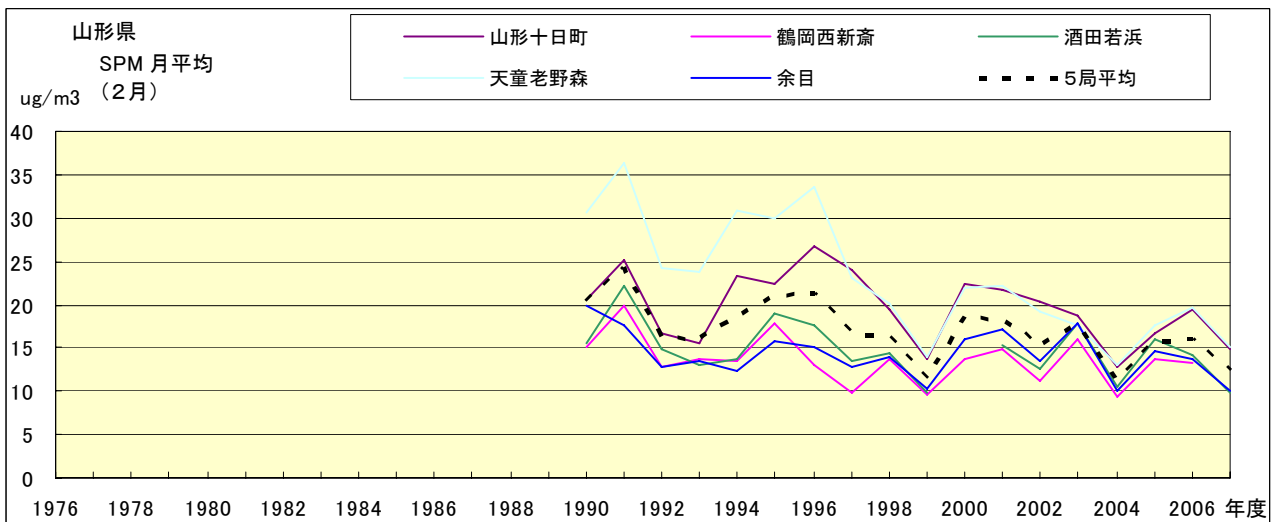


図 18.b SPM 濃度月平均値の経年変化(2月)

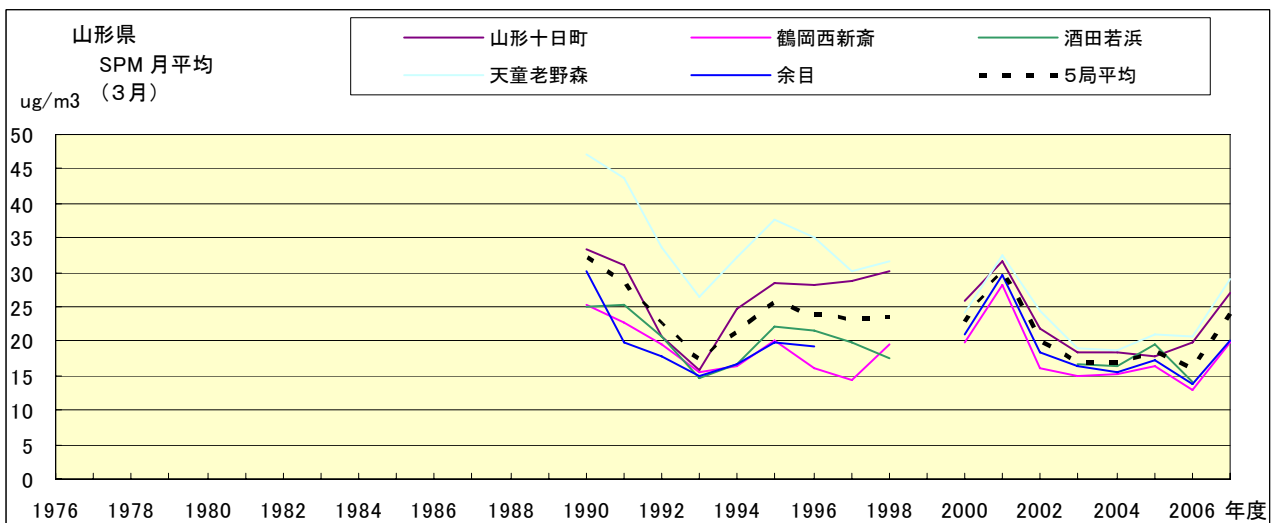


図 18.c SPM 濃度月平均値の経年変化(3月)

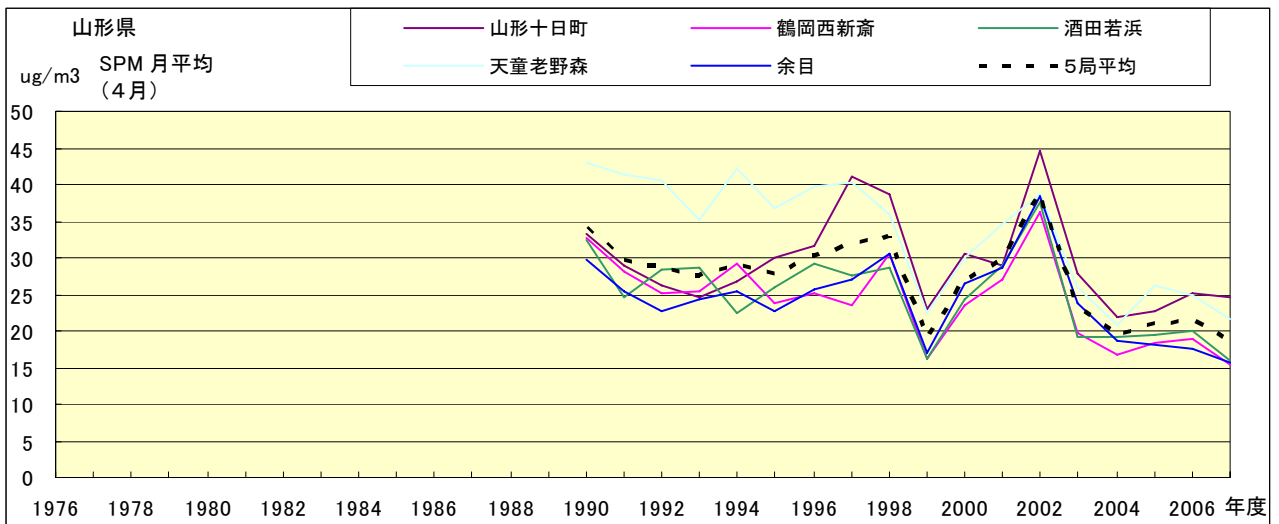


図 18.d SPM 濃度月平均値の経年変化(4月)

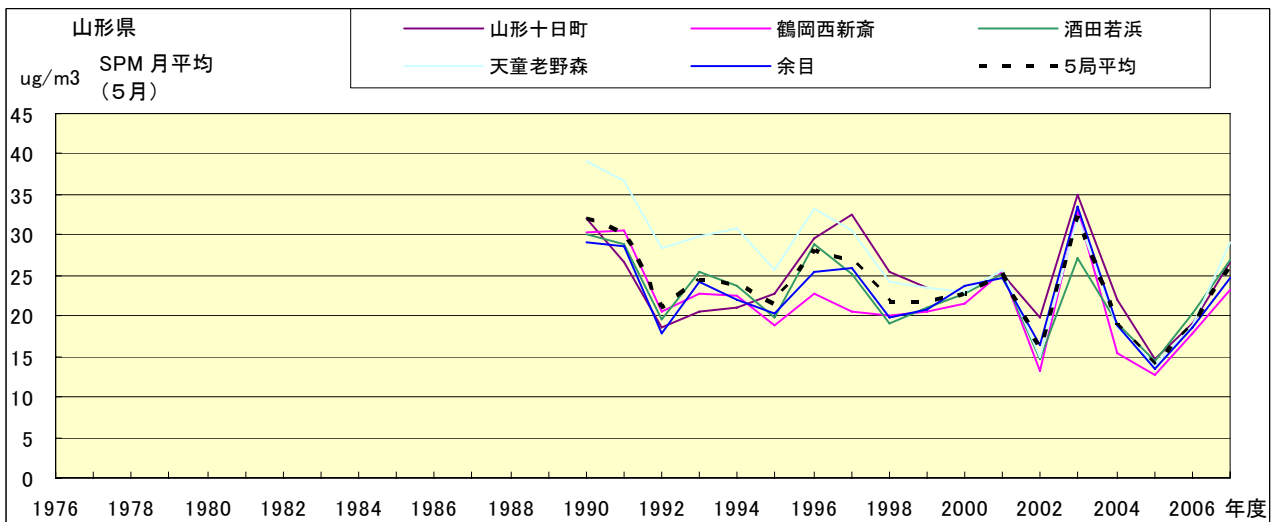


図 18.e SPM 濃度月平均値の経年変化(5月)

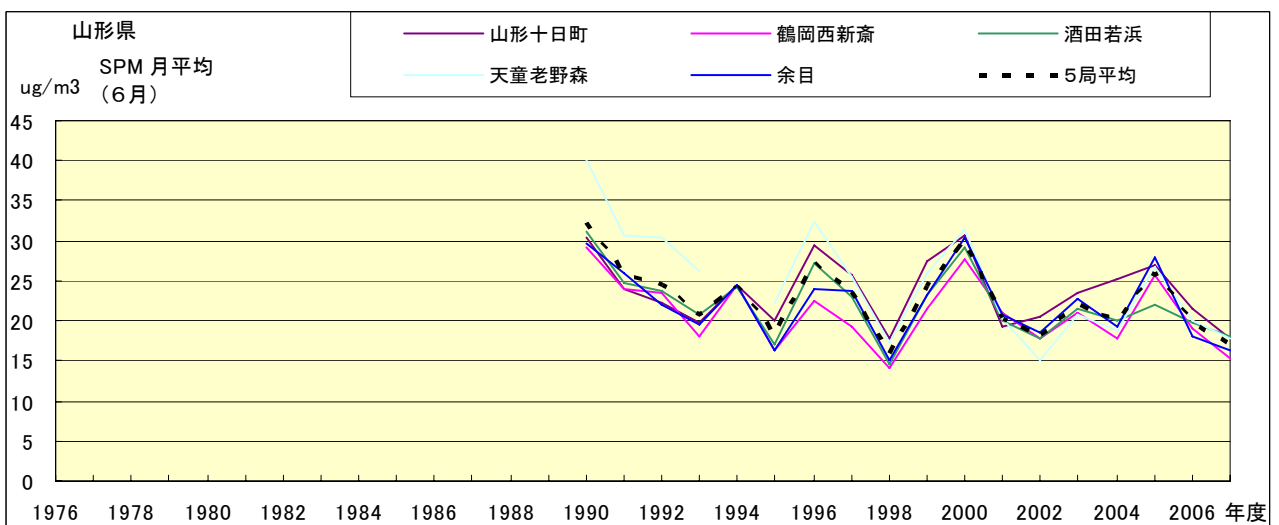


図 18.f SPM 濃度月平均値の経年変化(6月)

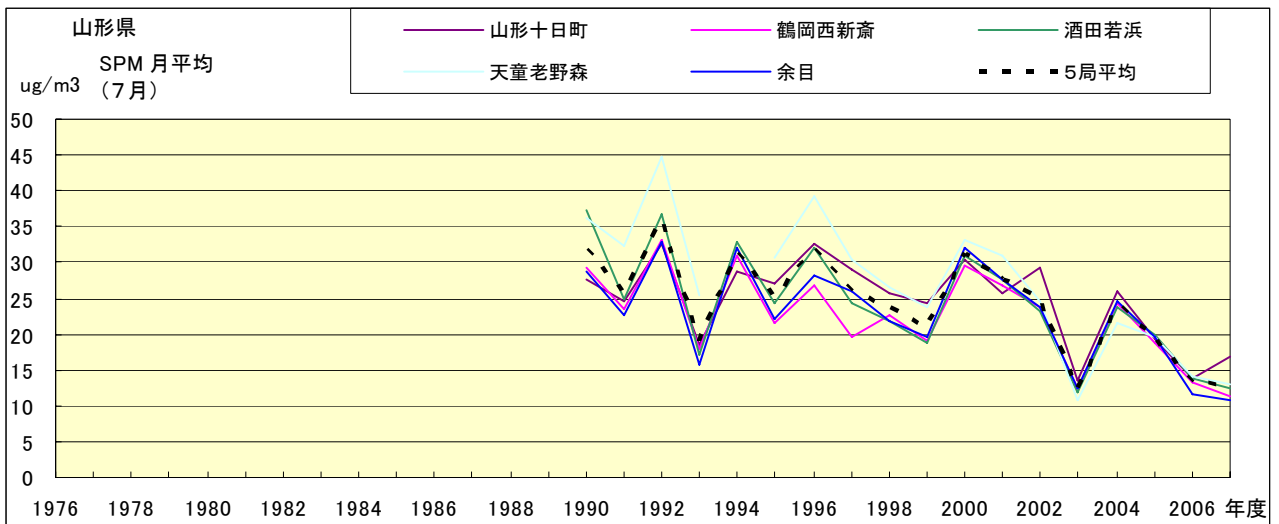


図 18.g SPM 濃度月平均値の経年変化(7月)

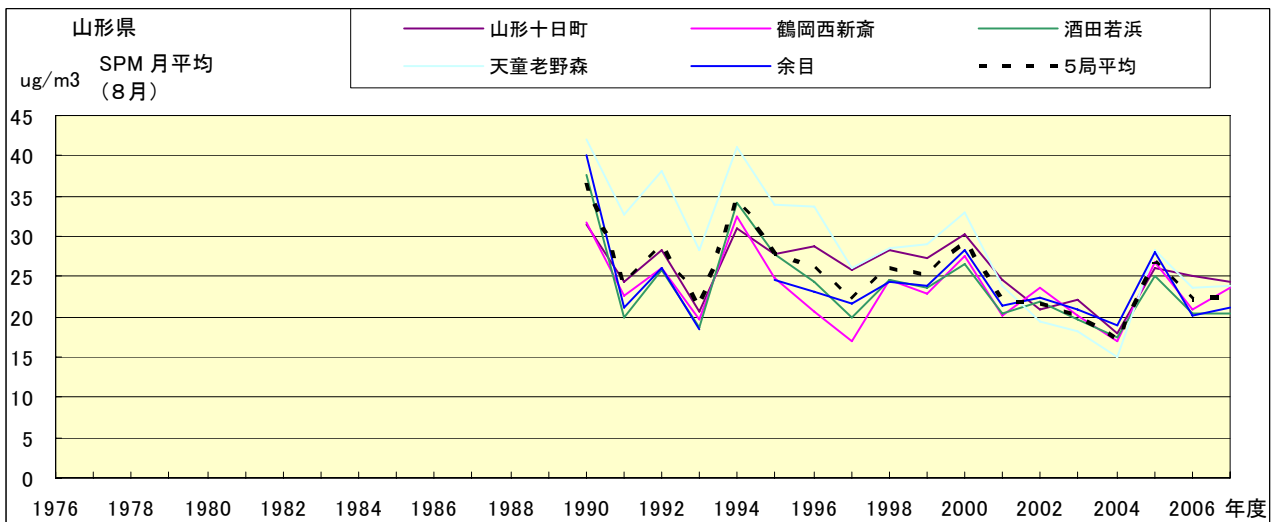


図 18.h SPM 濃度月平均値の経年変化(8月)

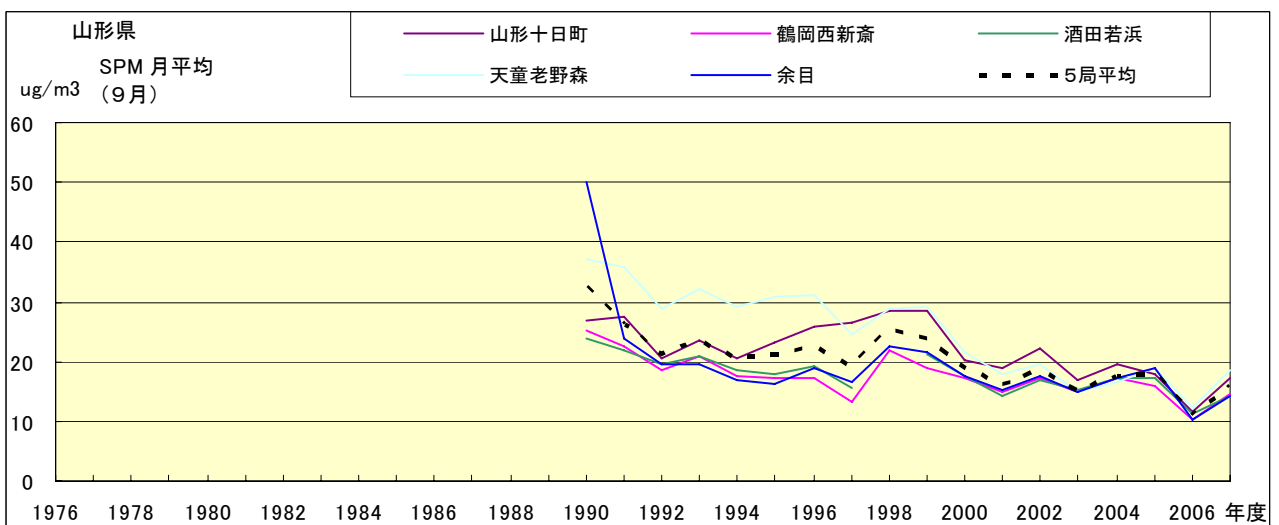


図 18.i SPM 濃度月平均値の経年変化(9月)

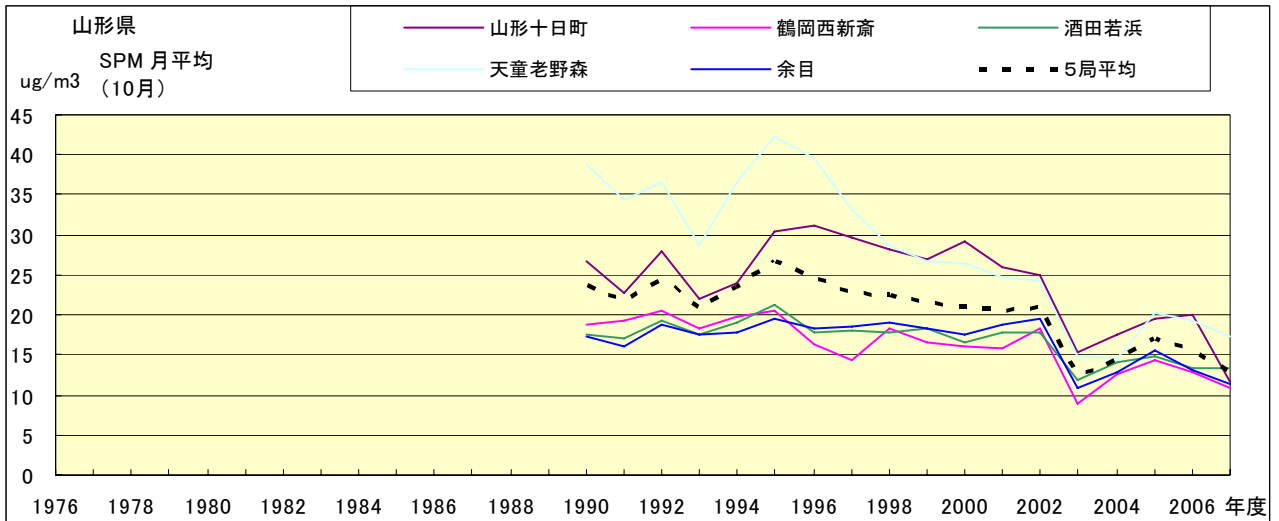


図 18.j SPM 濃度月平均値の経年変化(10月)

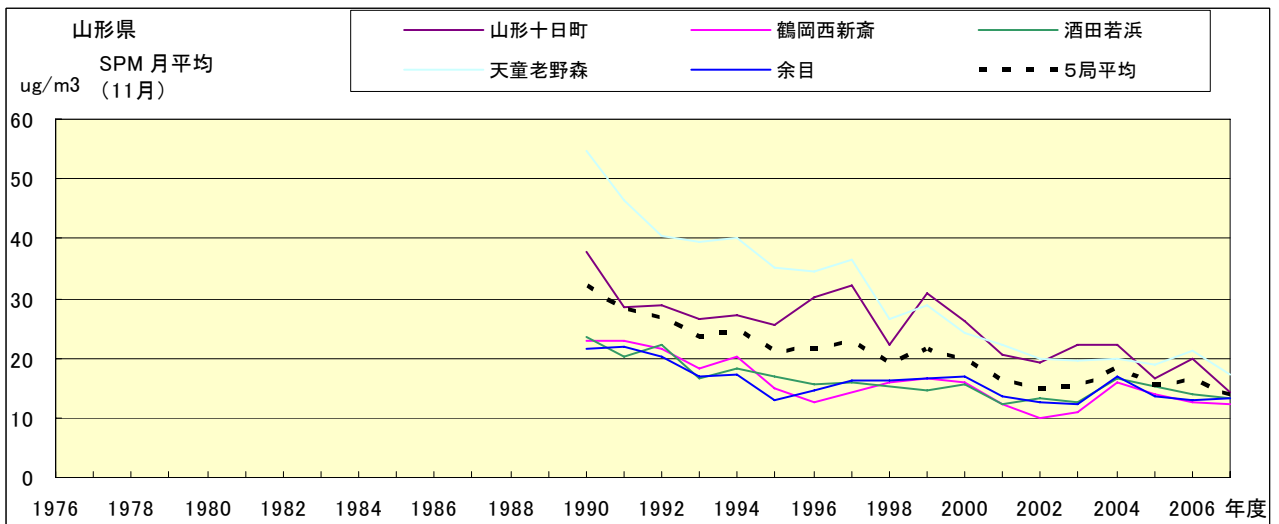


図 18.k SPM 濃度月平均値の経年変化(11月)

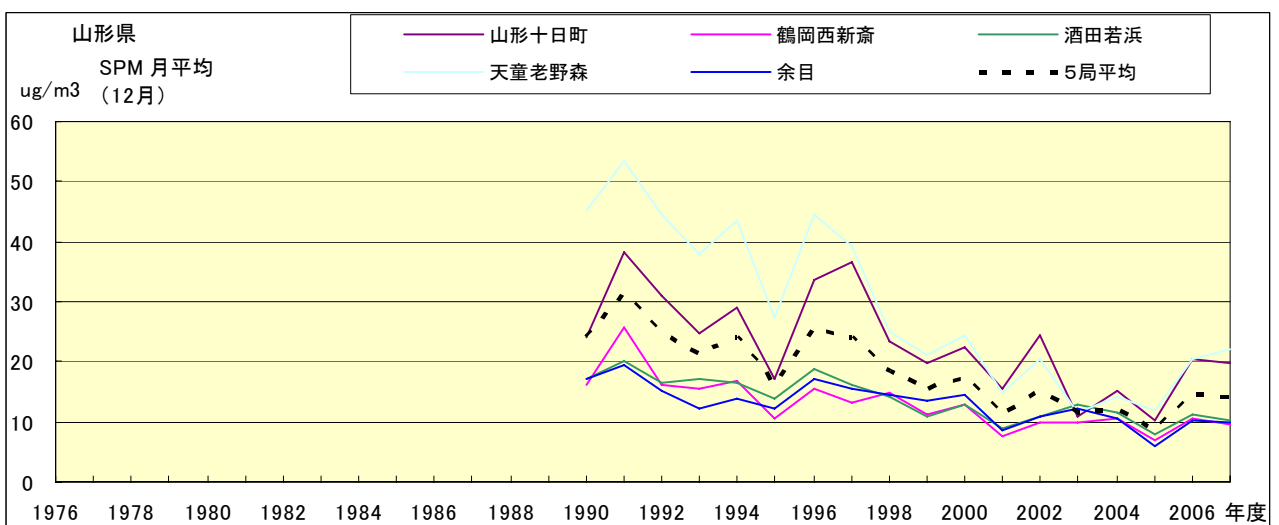


図 18.l SPM 濃度月平均値の経年変化(12月)

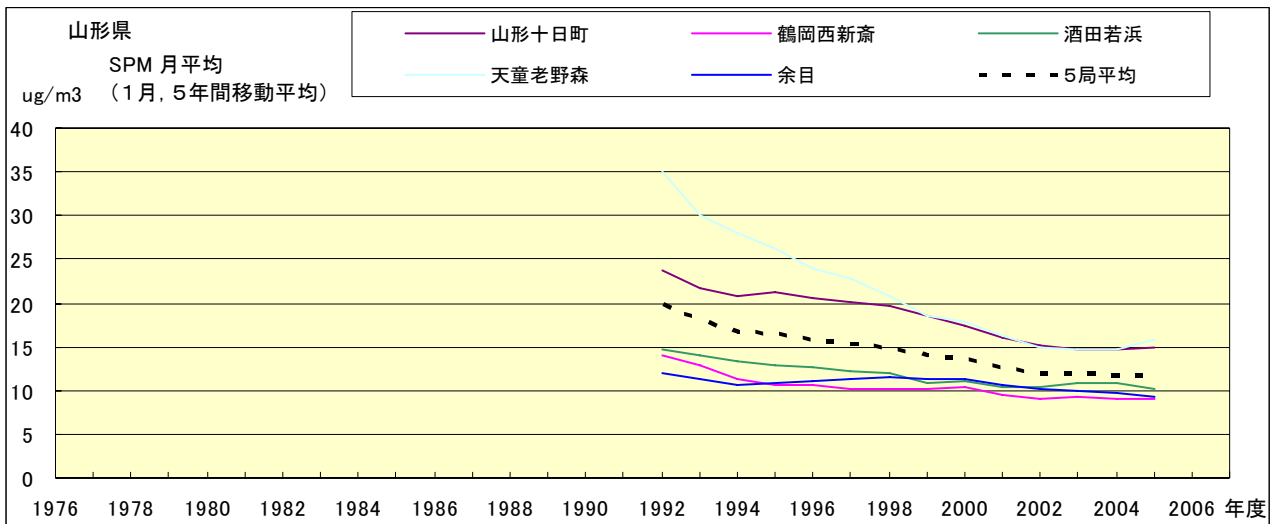


図 18.a' SPM 濃度月平均値の経年変化(1月,5年間移動平均)

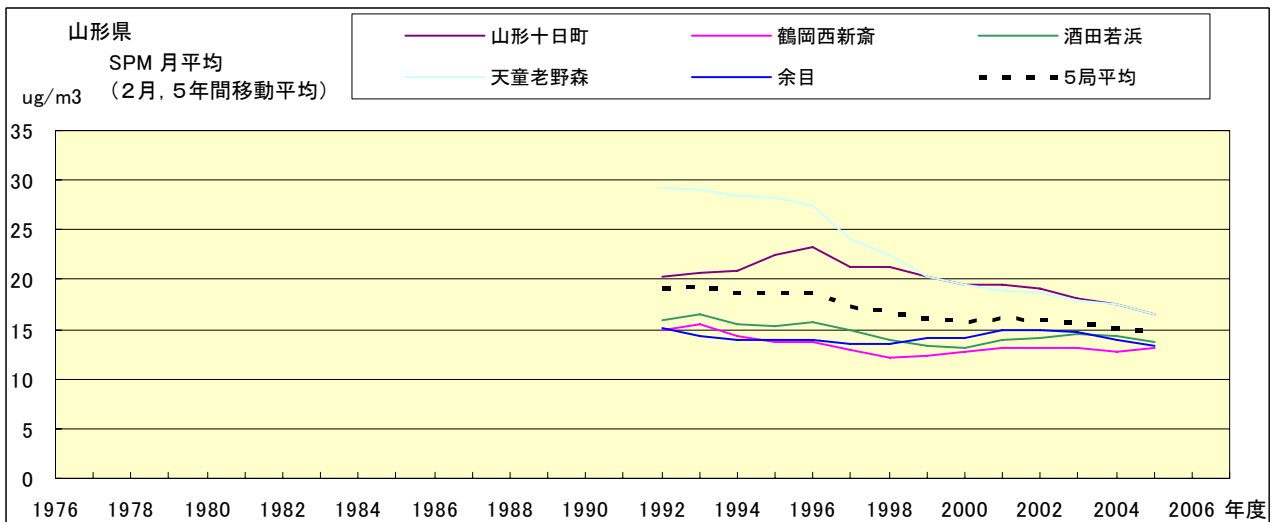


図 18.b' SPM 濃度月平均値の経年変化(2月,5年間移動平均)

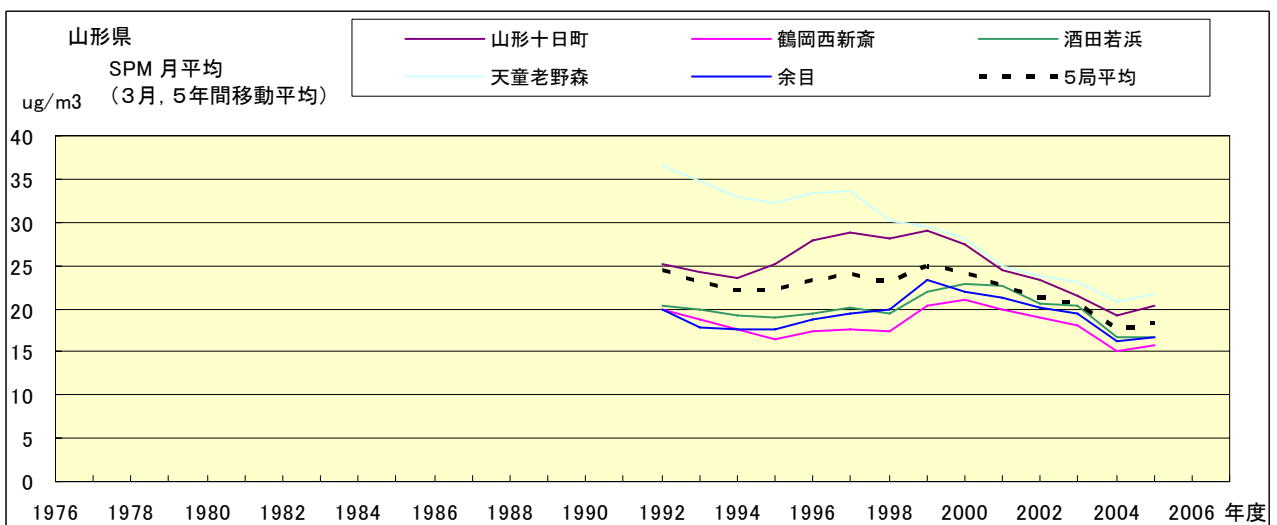


図 18.c' SPM 濃度月平均値の経年変化(3月,5年間移動平均)

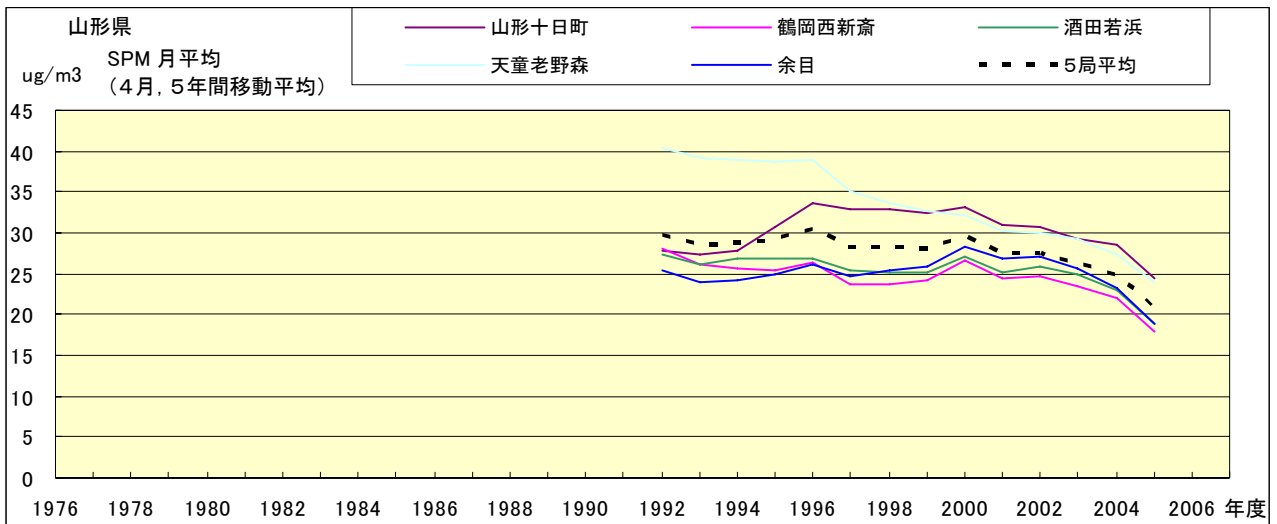


図 18.d' SPM 濃度月平均値の経年変化(4月,5年間移動平均)

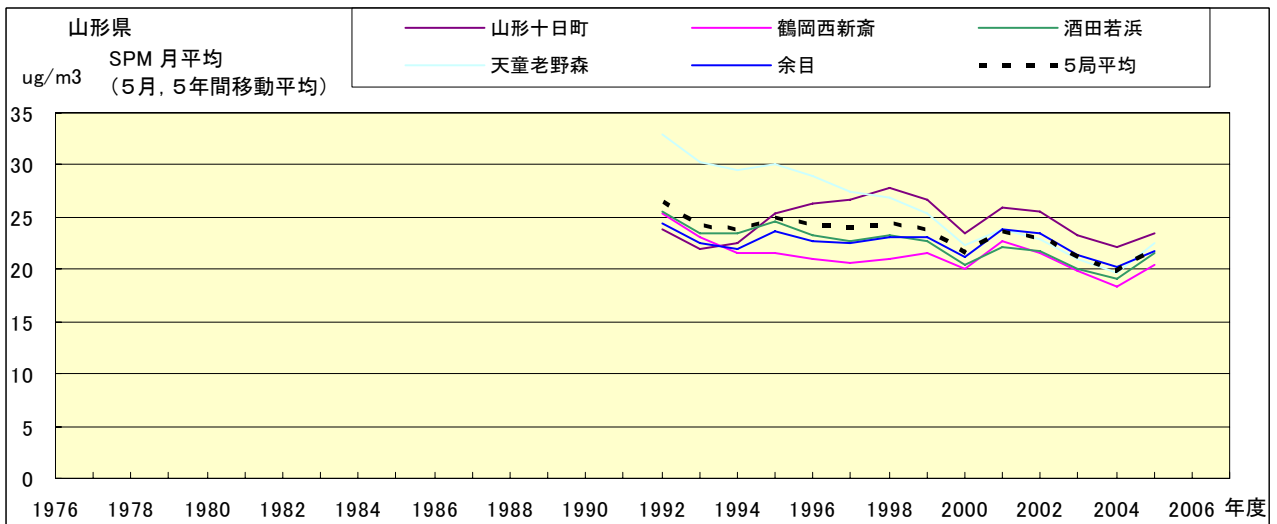


図 18.e' SPM 濃度月平均値の経年変化(5月,5年間移動平均)

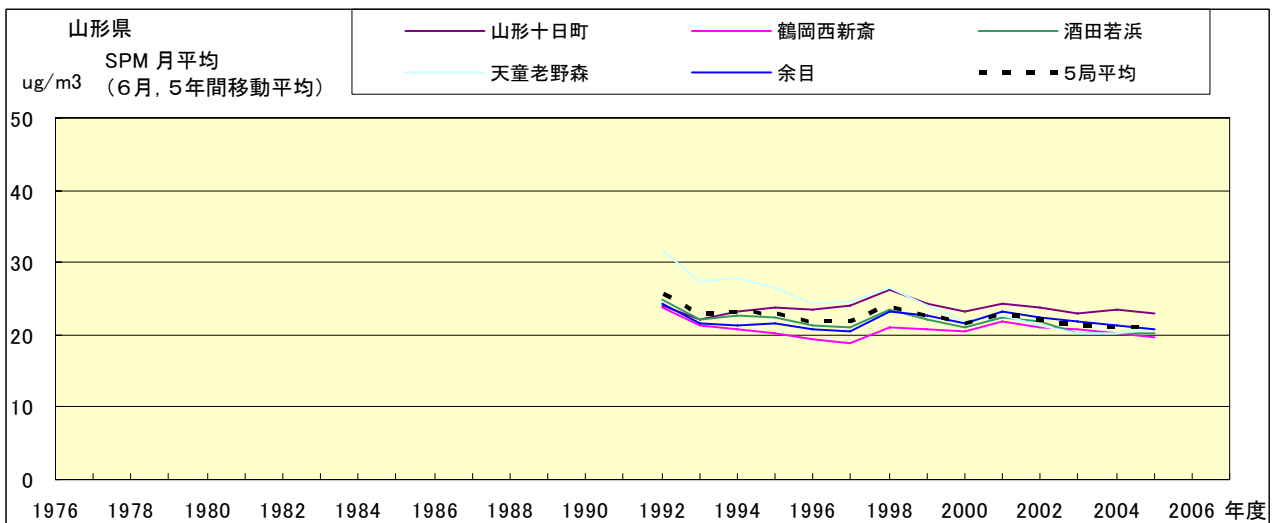


図 18.f' SPM 濃度月平均値の経年変化(6月,5年間移動平均)



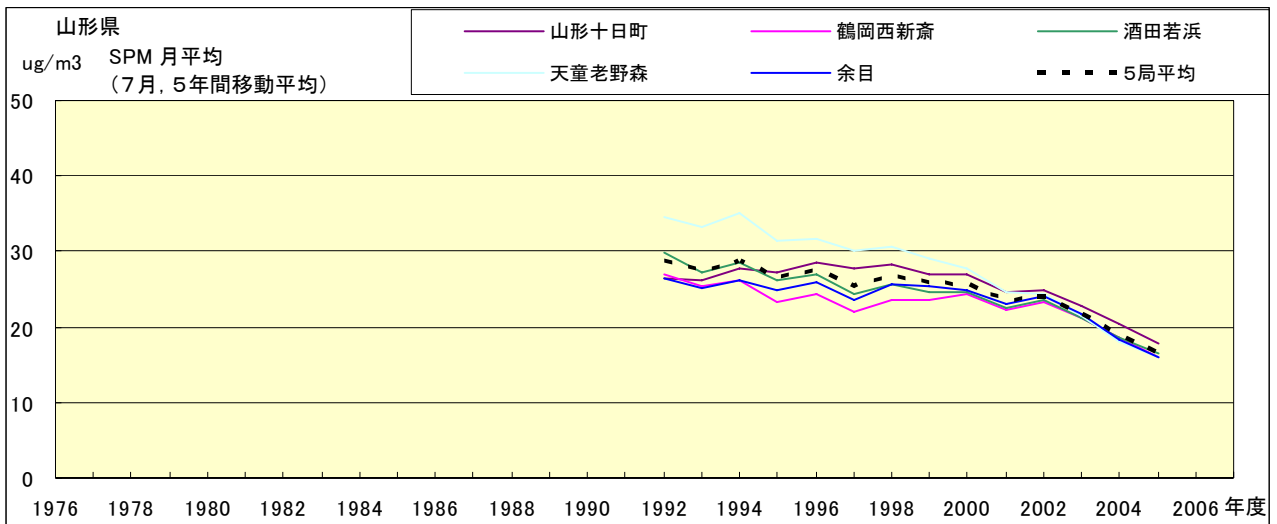


図 18.g' SPM 濃度月平均値の経年変化(7月,5年間移動平均)

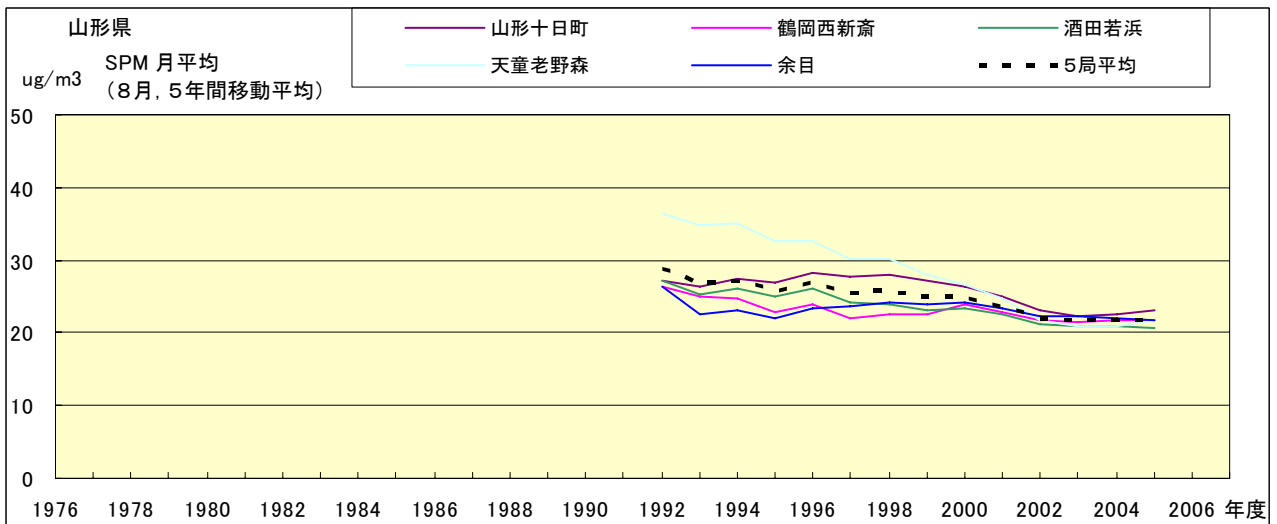


図 18.h' SPM 濃度月平均値の経年変化(8月,5年間移動平均)

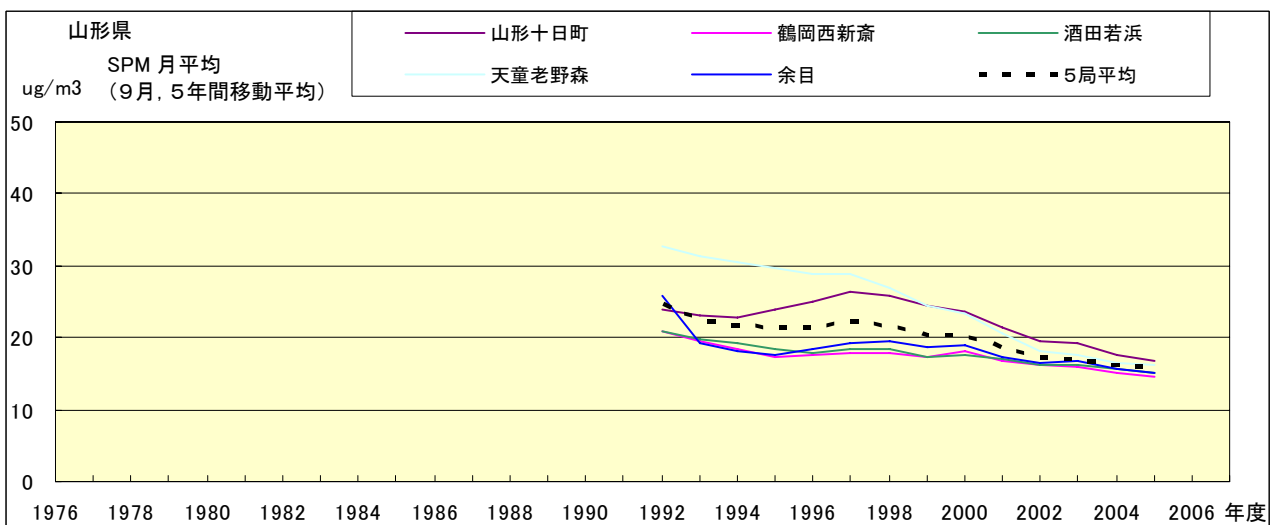


図 18.i' SPM 濃度月平均値の経年変化(9月,5年間移動平均)

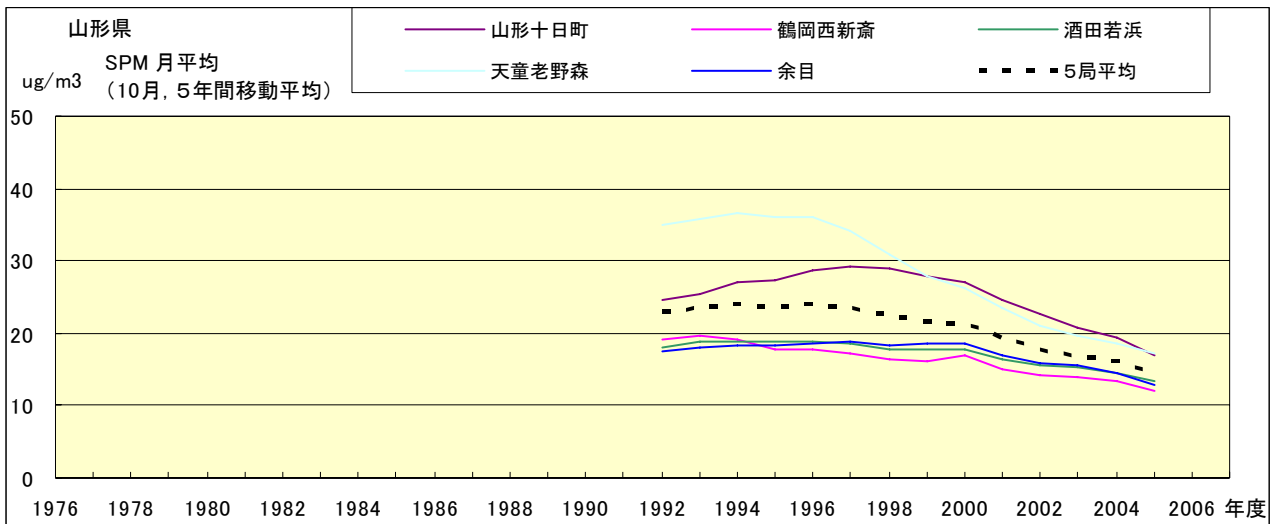


図 18.j' SPM 濃度月平均値の経年変化(10月,5年間移動平均)

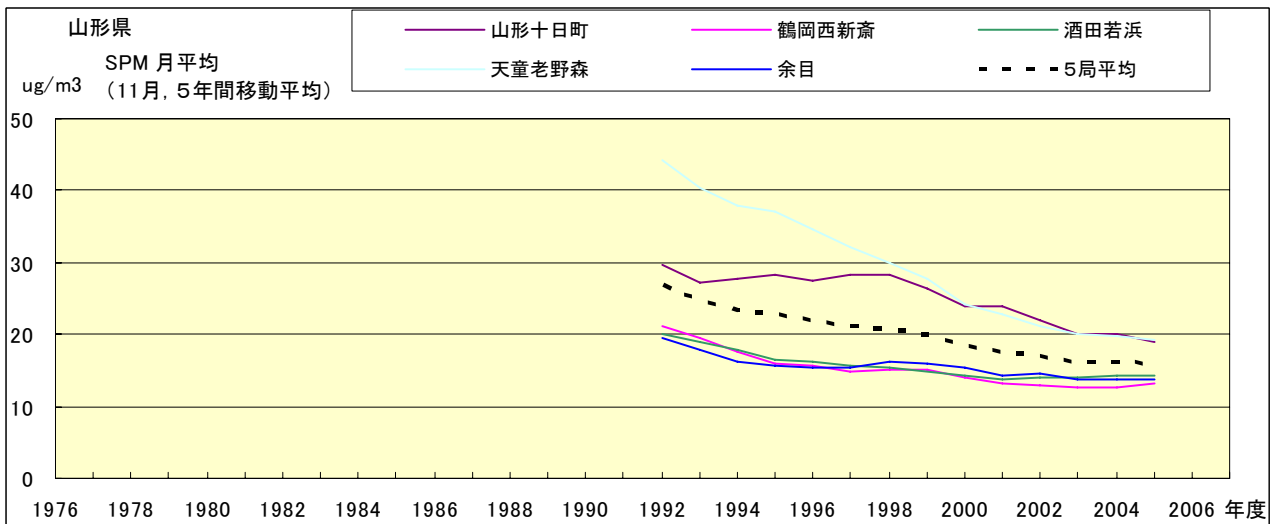


図 18.k' SPM 濃度月平均値の経年変化(11月,5年間移動平均)

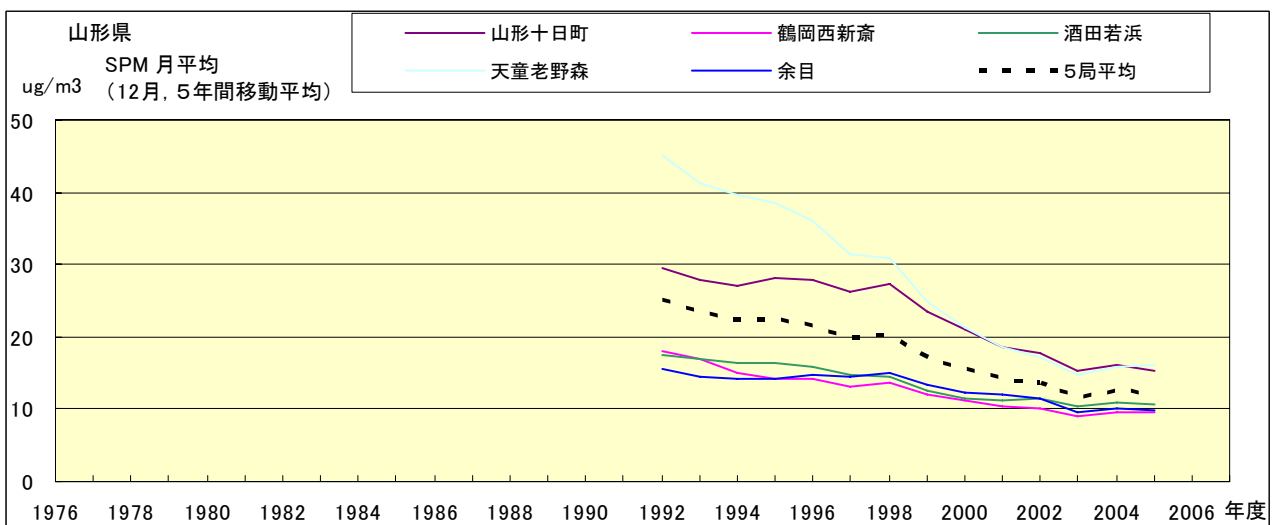


図 18.l' SPM 濃度月平均値の経年変化(12月,5年間移動平均)

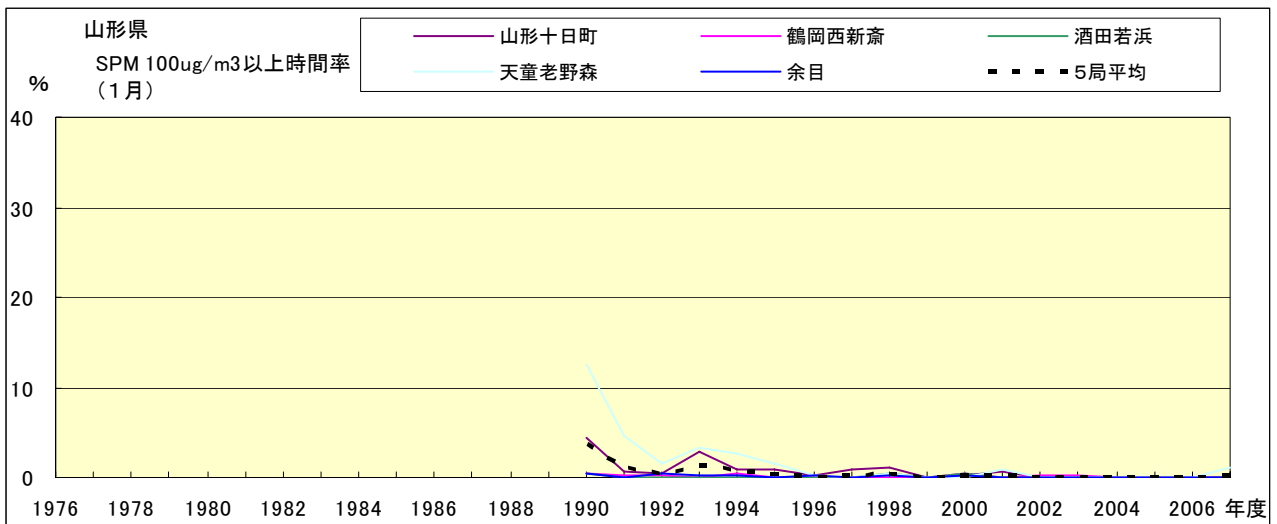


図 19-2.a SPM100  $\mu$ g/m<sup>3</sup> 以上の時間率の経年変化(1月)

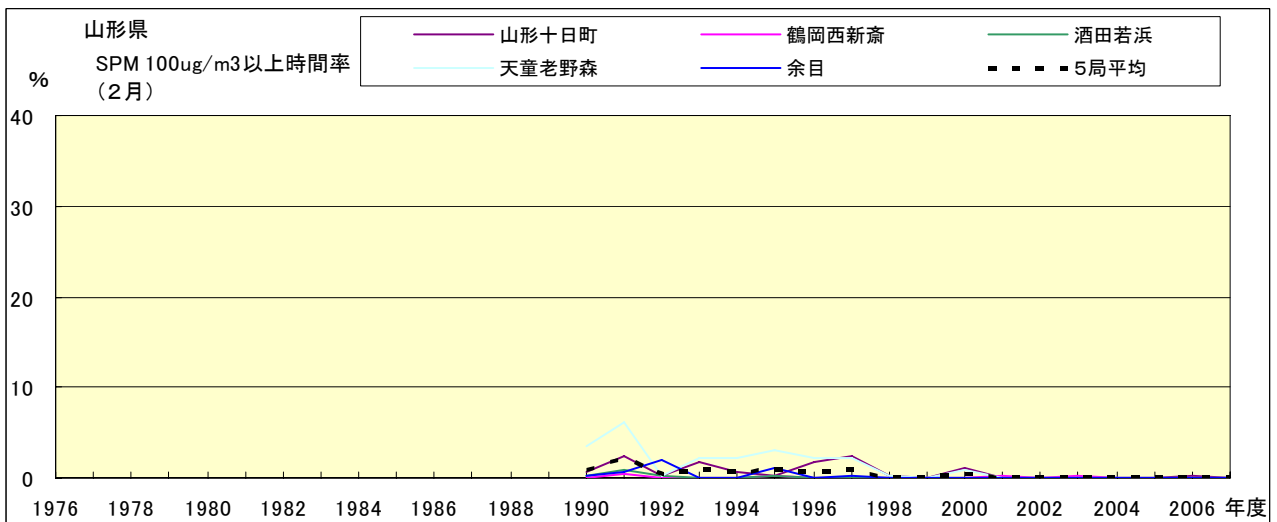


図 19-2.b SPM100  $\mu$ g/m<sup>3</sup> 以上の時間率の経年変化(2月)

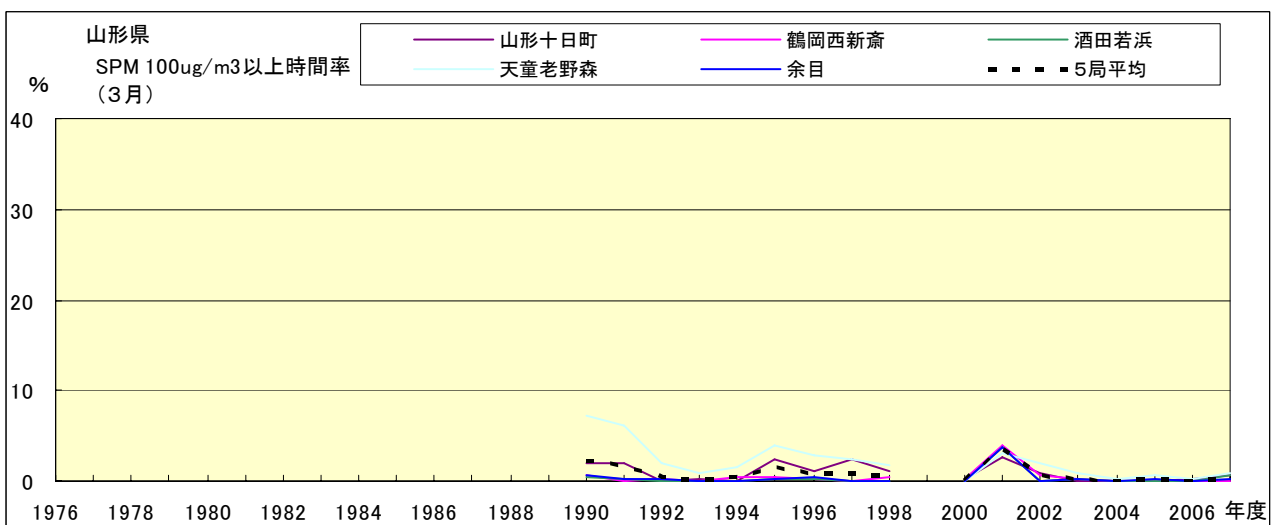


図 19-2.c SPM100  $\mu$ g/m<sup>3</sup> 以上の時間率の経年変化(3月)

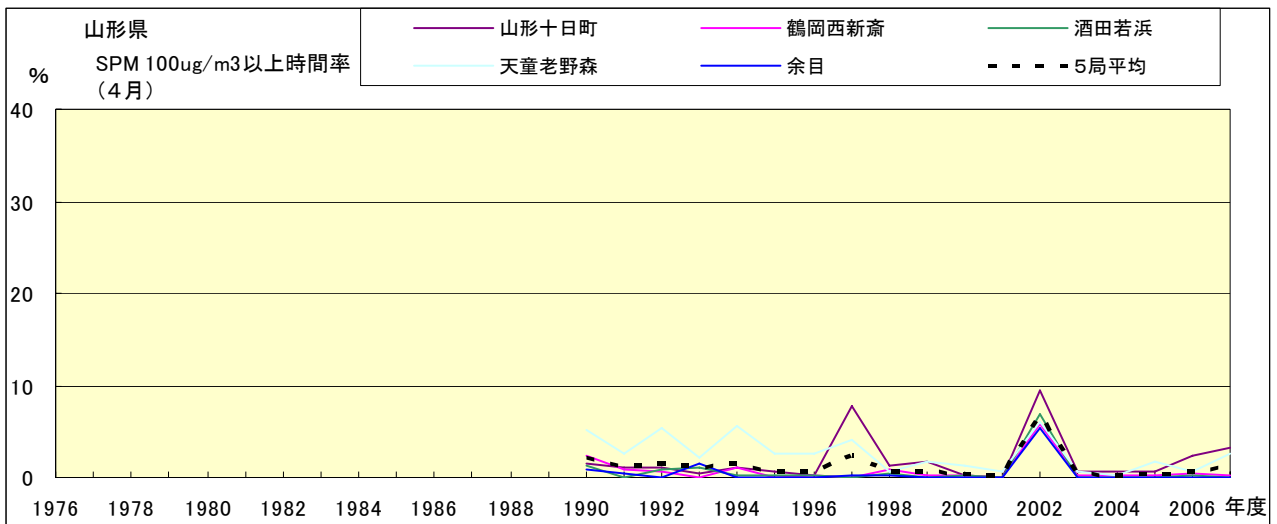


図 19-2.d SPM100  $\mu$ g/m<sup>3</sup> 以上の時間率の経年変化(4月)

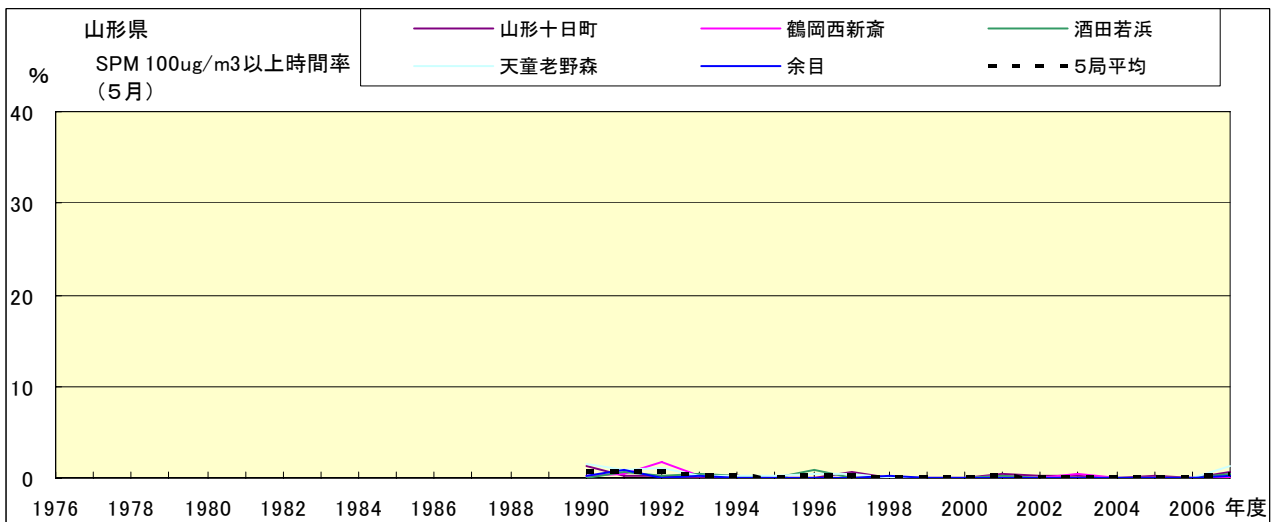


図 19-2.e SPM100  $\mu$ g/m<sup>3</sup> 以上の時間率の経年変化(5月)

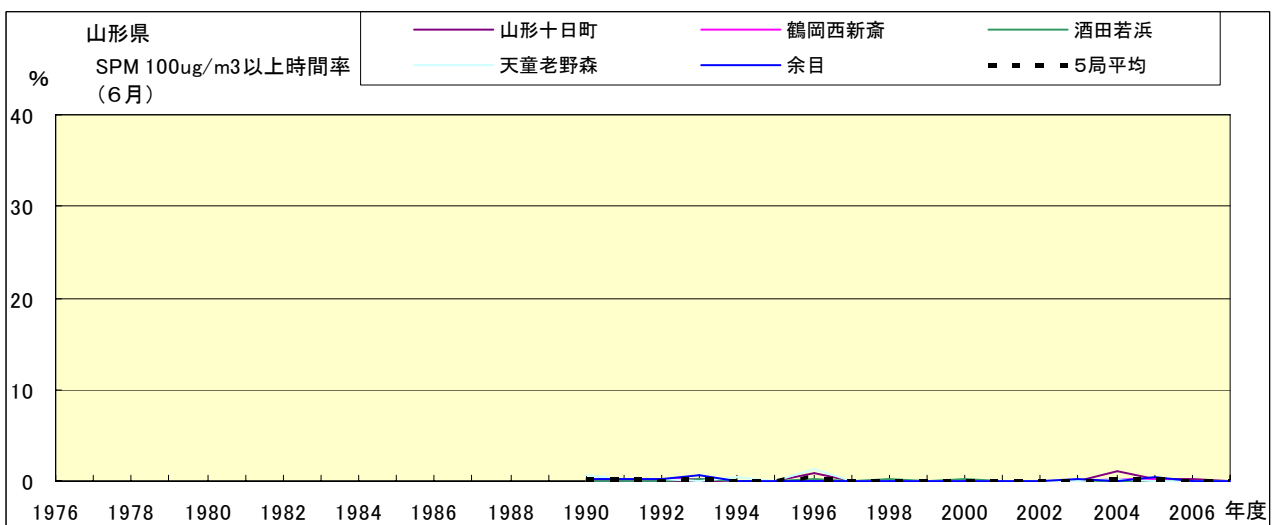


図 19-2.f SPM100  $\mu$ g/m<sup>3</sup> 以上の時間率の経年変化(6月)

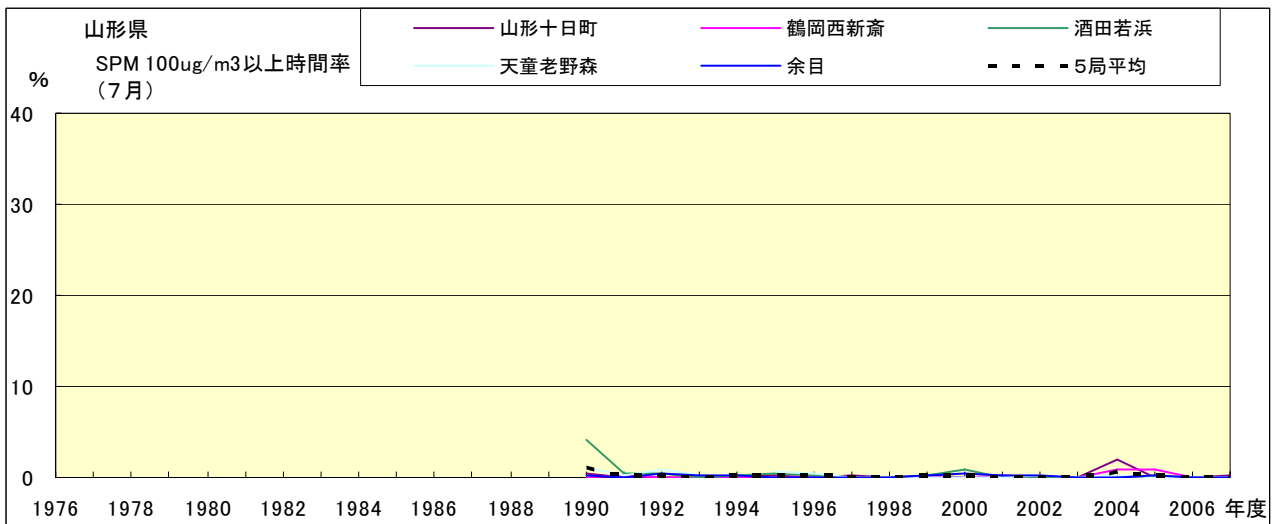


図 19-2.g SPM100  $\mu$ g/m<sup>3</sup> 以上の時間率の経年変化(7月)

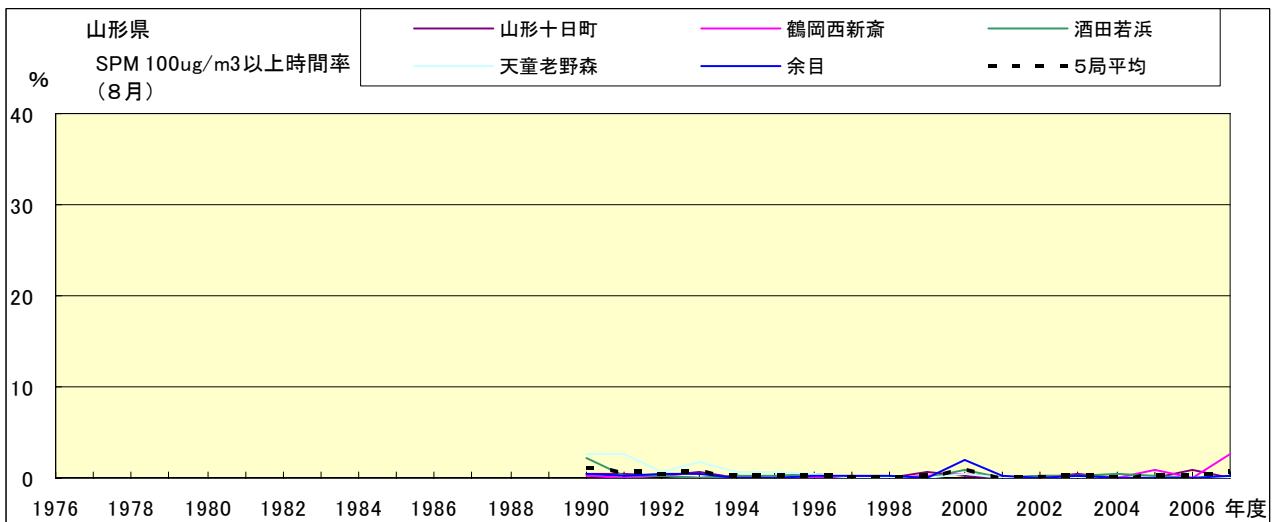


図 19-2.h SPM100  $\mu$ g/m<sup>3</sup> 以上の時間率の経年変化(8月)

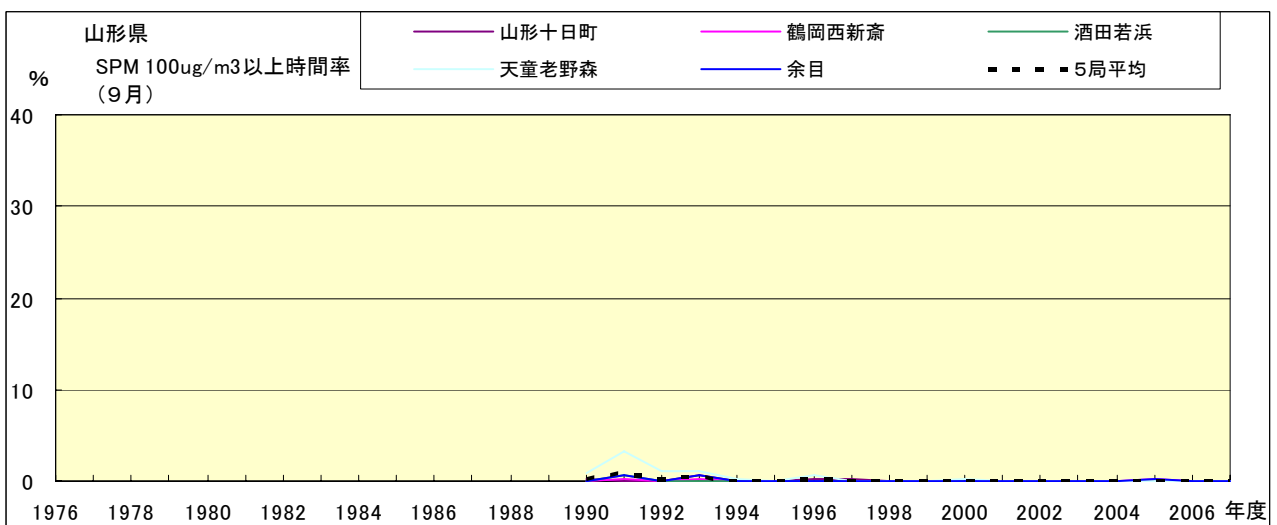


図 19-2.i SPM100  $\mu$ g/m<sup>3</sup> 以上の時間率の経年変化(9月)

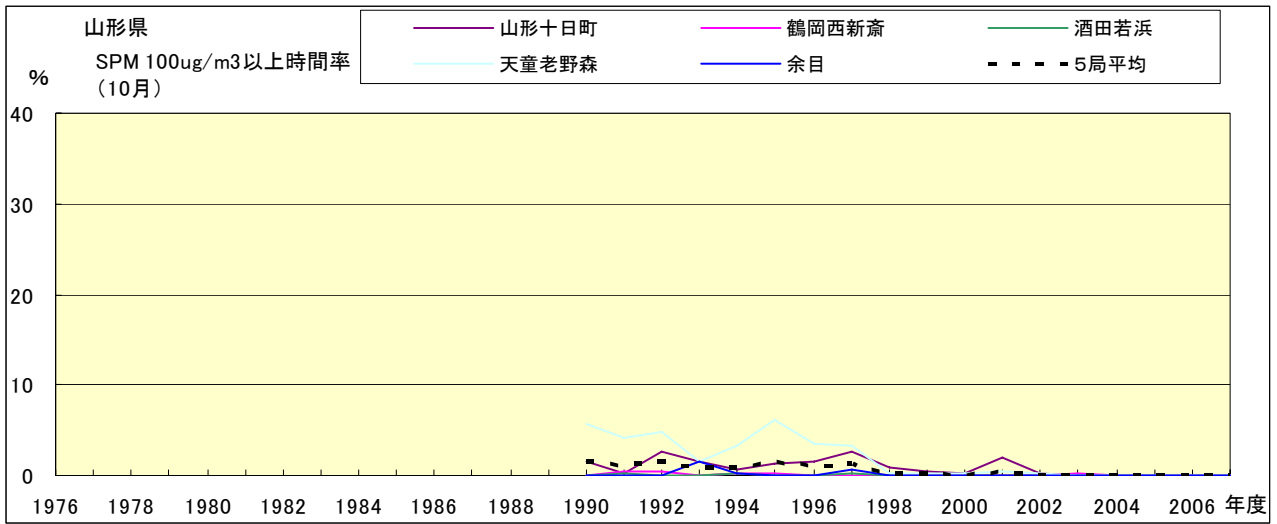


図 19-2.j SPM100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  以上の時間率の経年変化(10月)

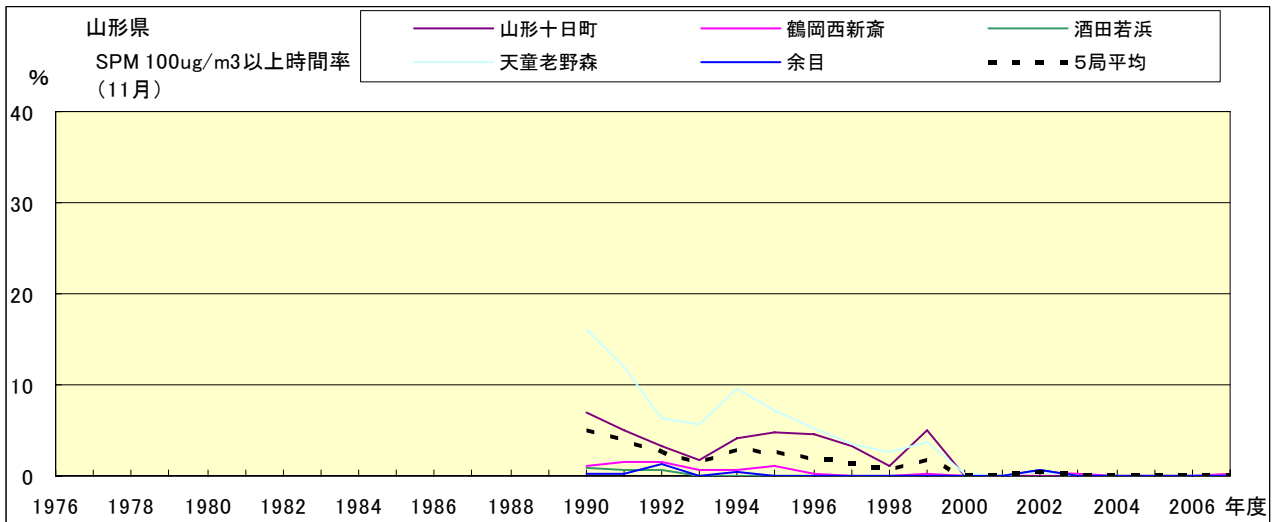


図 19-2.k SPM100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  以上の時間率の経年変化(11月)

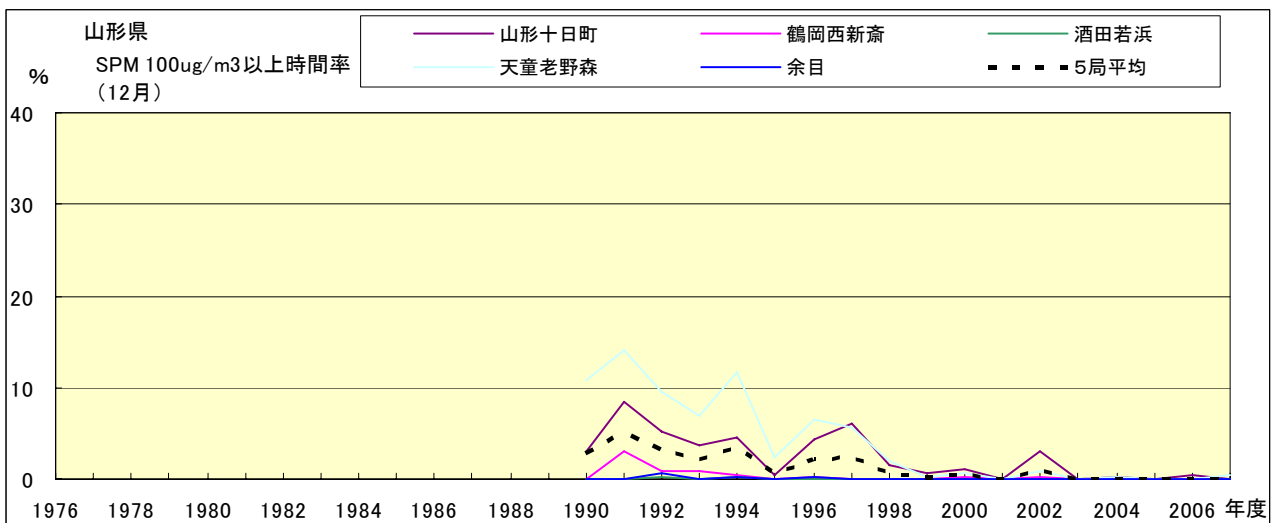


図 19-2.l SPM100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  以上の時間率の経年変化(12月)

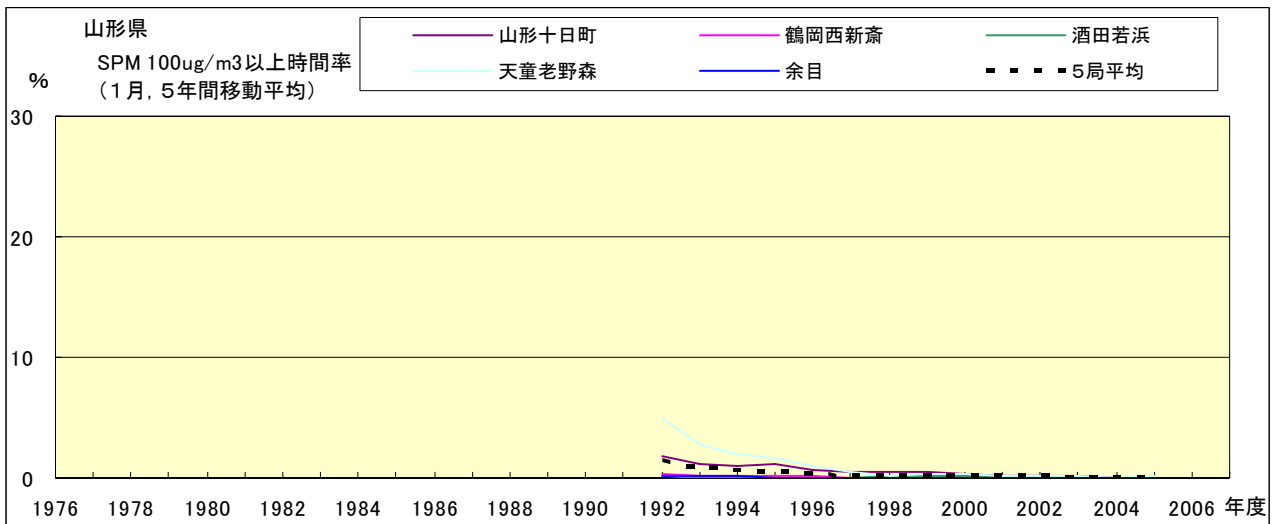


図 19-2.a' SPM100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  以上の時間率の経年変化(1月,5年間移動平均)

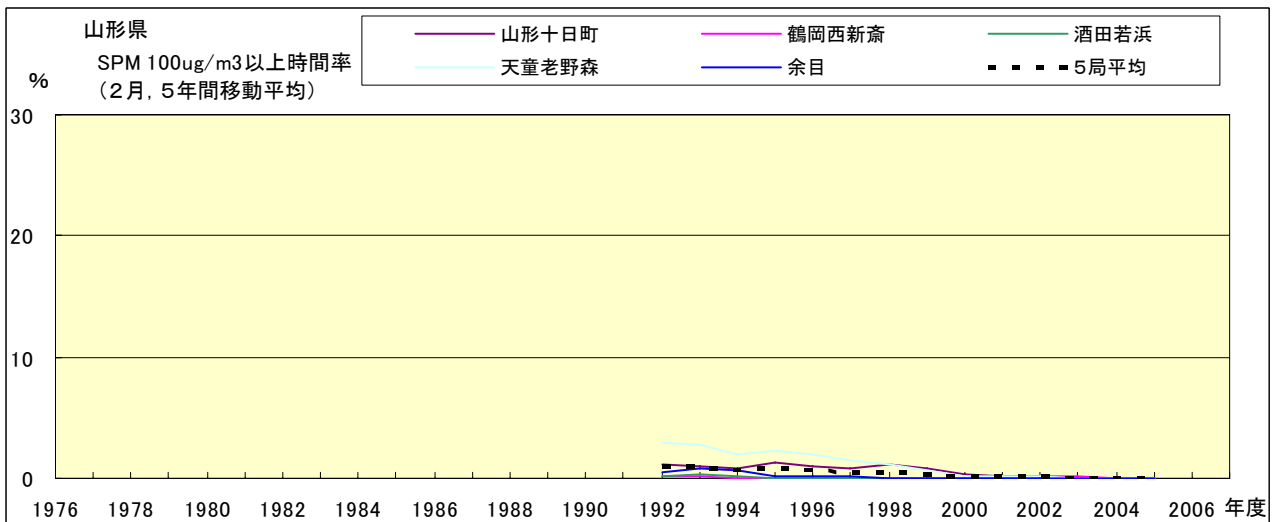


図 19-2.b' SPM100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  以上の時間率の経年変化(2月,5年間移動平均)

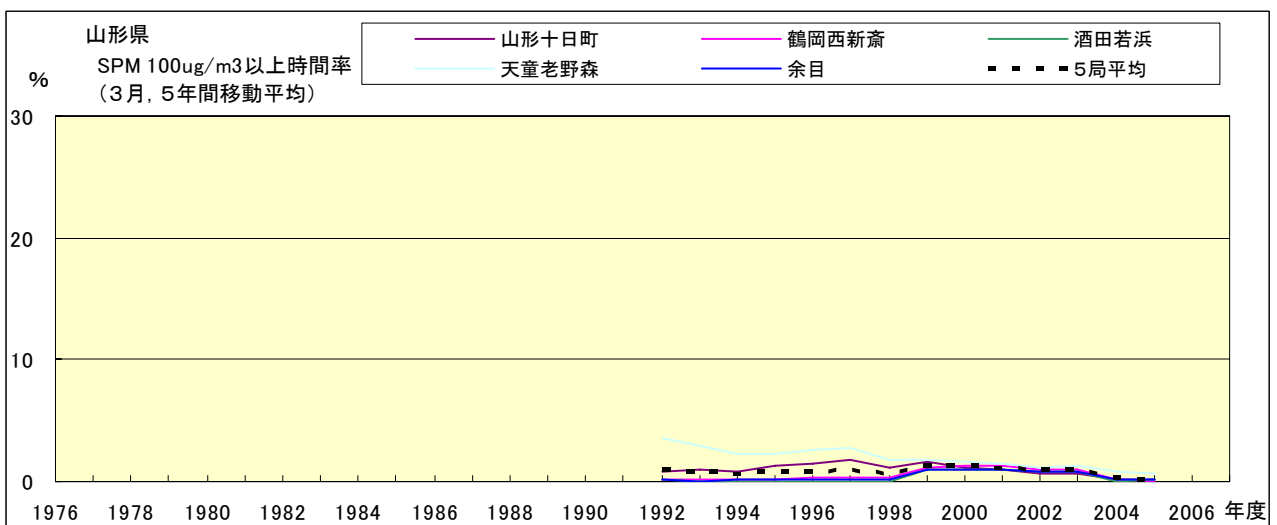


図 19-2.c' SPM100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  以上の時間率の経年変化(3月,5年間移動平均)

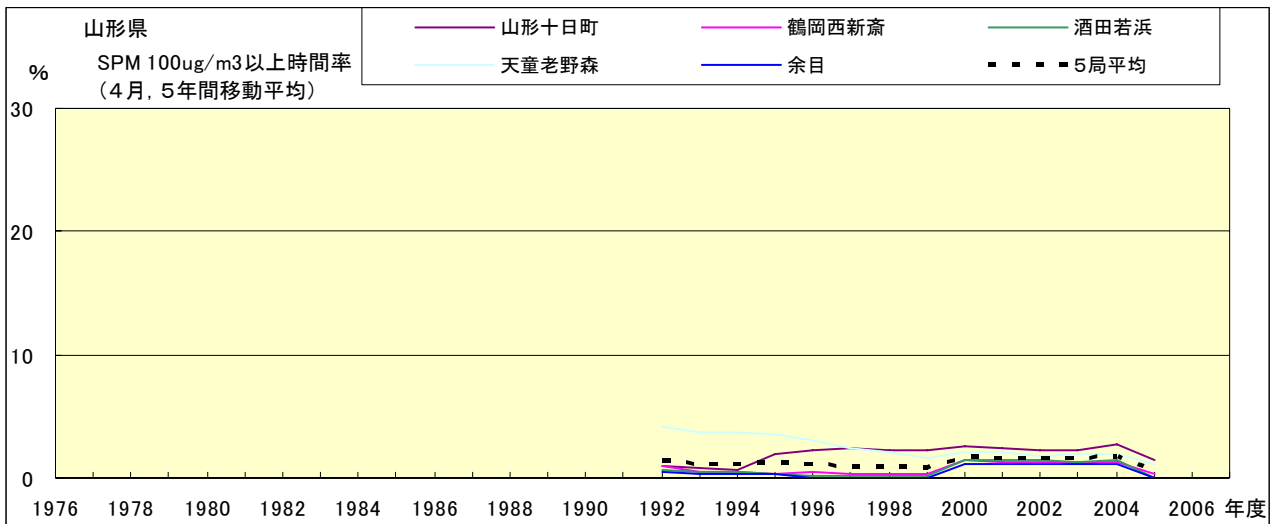


図 19-2.d' SPM100  $\mu$ g/m<sup>3</sup> 以上の時間率の経年変化(4月,5年間移動平均)

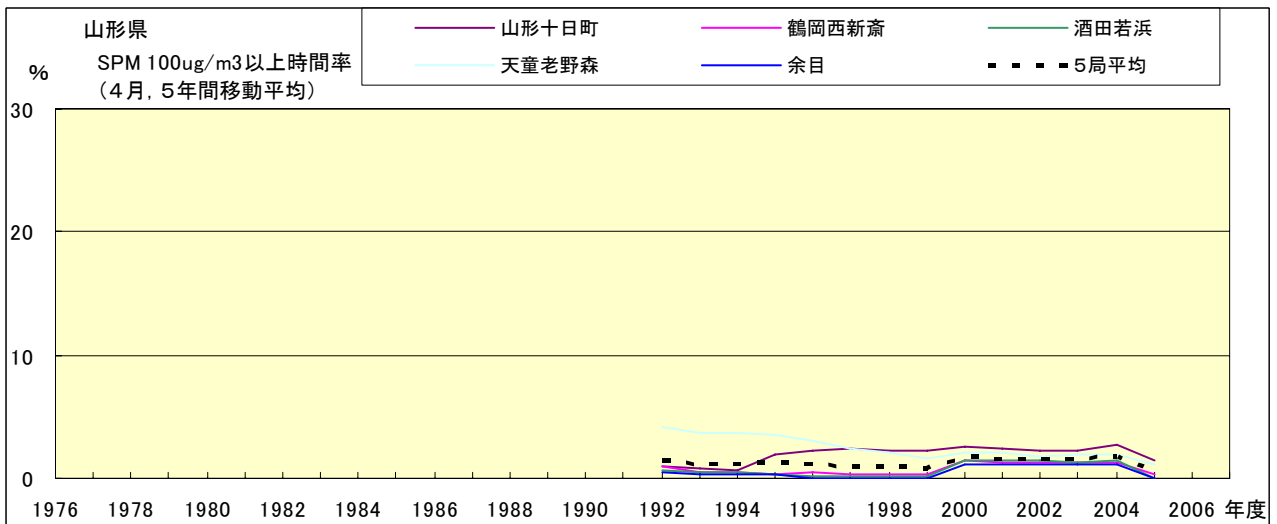


図 19-2.e' SPM100  $\mu$ g/m<sup>3</sup> 以上の時間率の経年変化(5月,5年間移動平均)

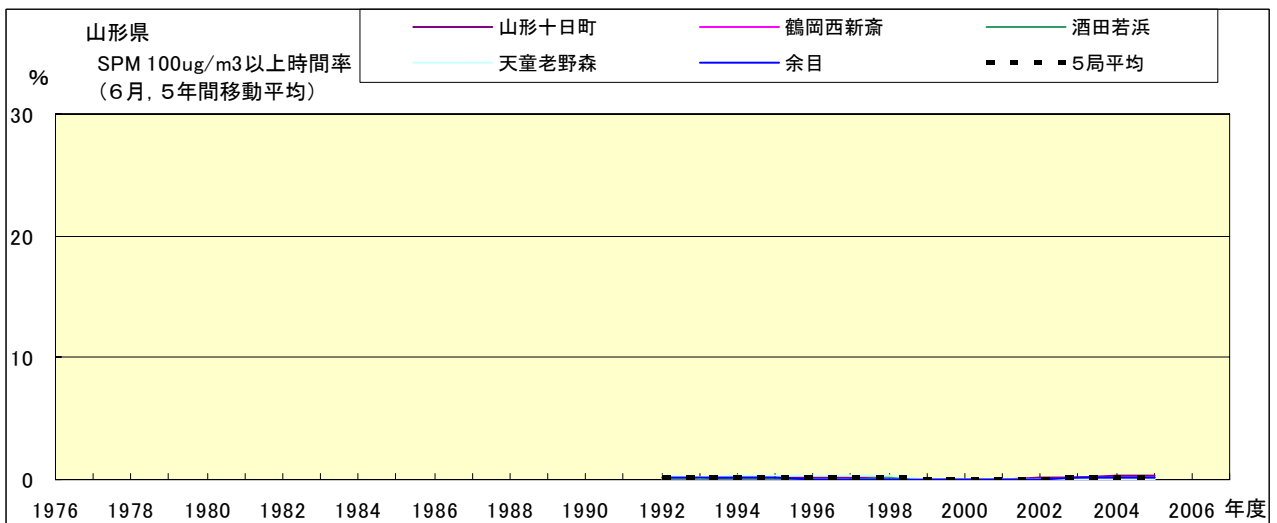


図 19-2.f' SPM100  $\mu$ g/m<sup>3</sup> 以上の時間率の経年変化(6月,5年間移動平均)



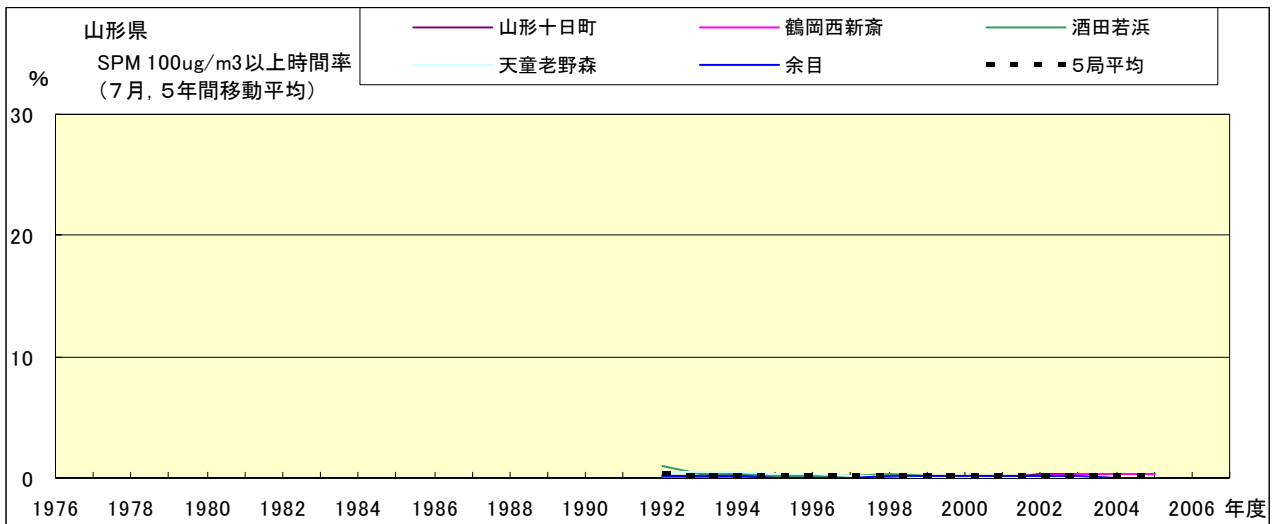


図 19-2.g' SPM100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  以上の時間率の経年変化(7月,5年間移動平均)

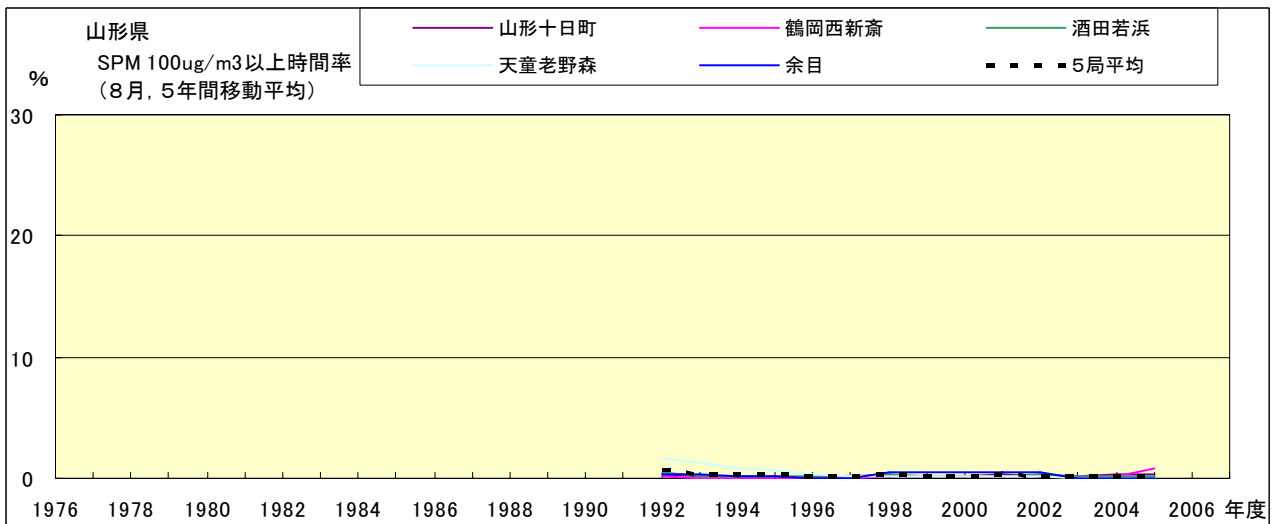


図 19-2.h' SPM100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  以上の時間率の経年変化(8月,5年間移動平均)

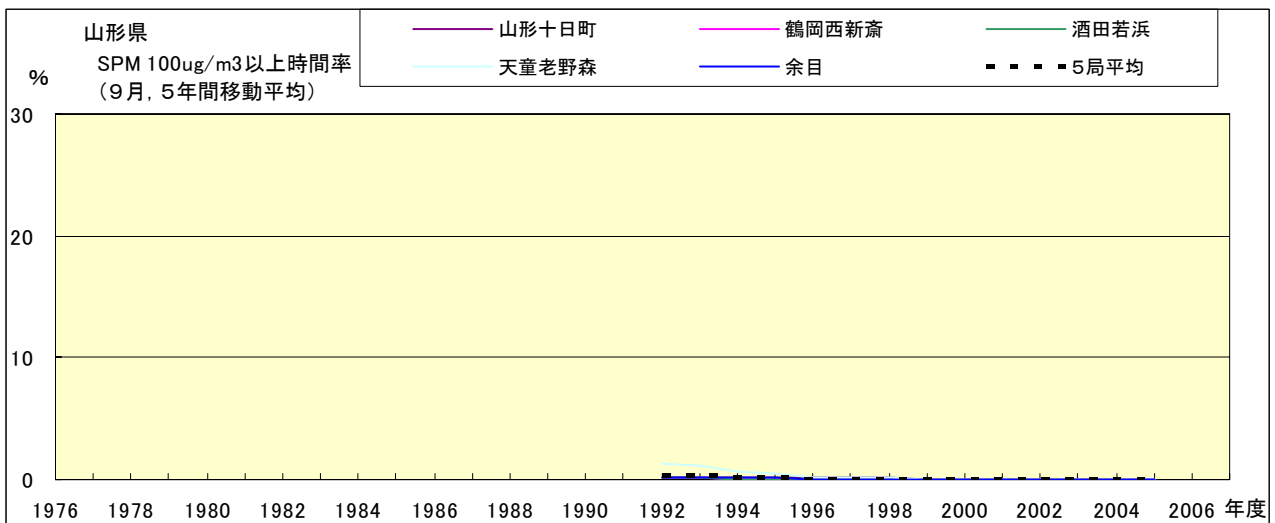


図 19-2.i' SPM100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  以上の時間率の経年変化(9月,5年間移動平均)

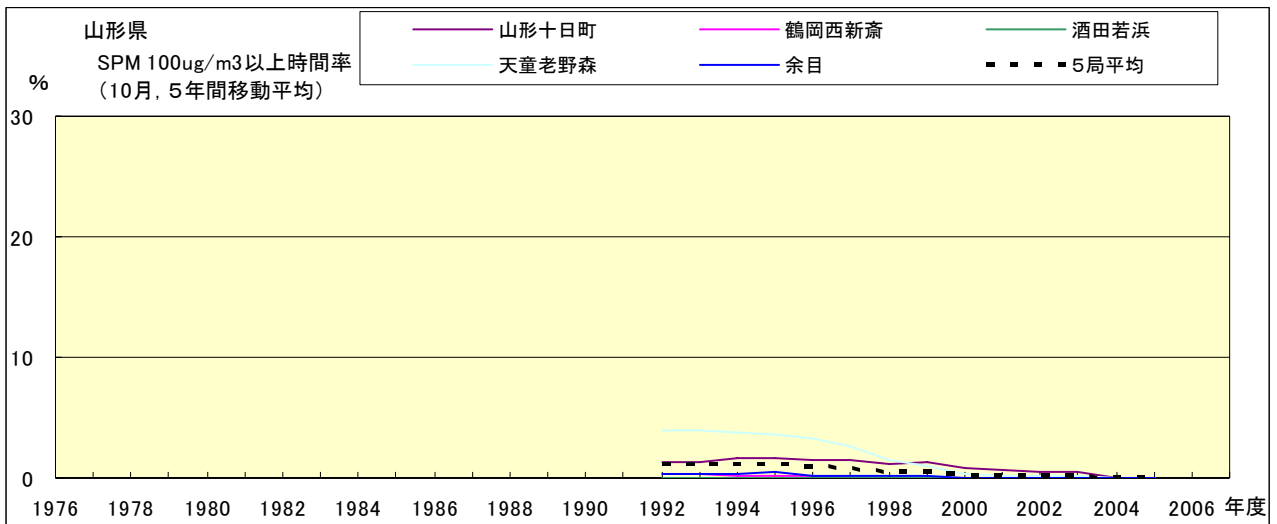


図 19-2.j' SPM100 $\mu$ g/m<sup>3</sup>以上の時間率の経年変化(10月,5年間移動平均)

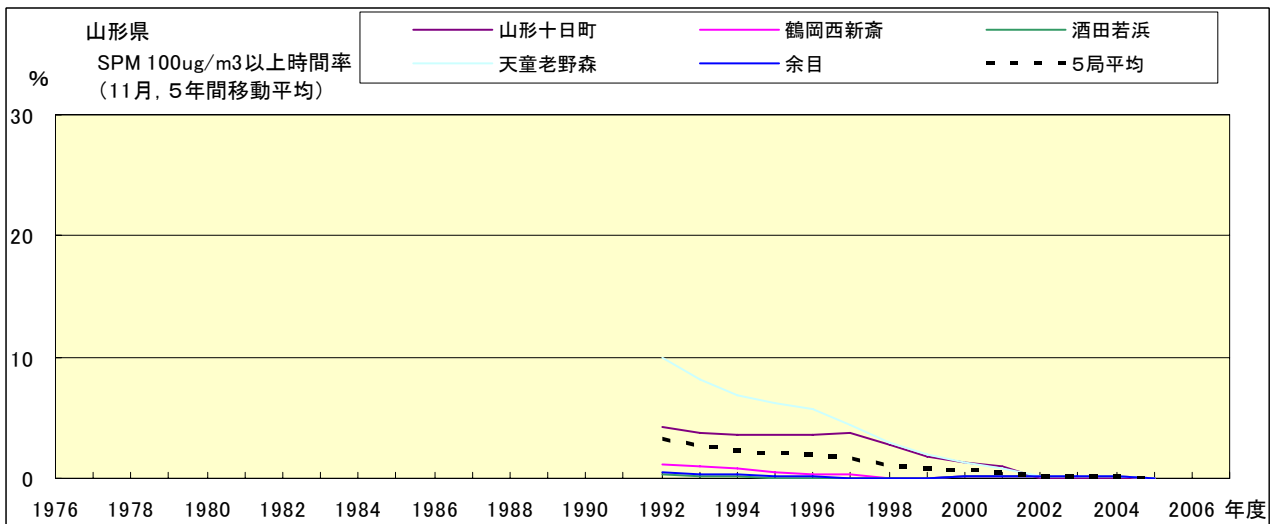


図 19-2.k' SPM100 $\mu$ g/m<sup>3</sup>以上の時間率の経年変化(11月,5年間移動平均)

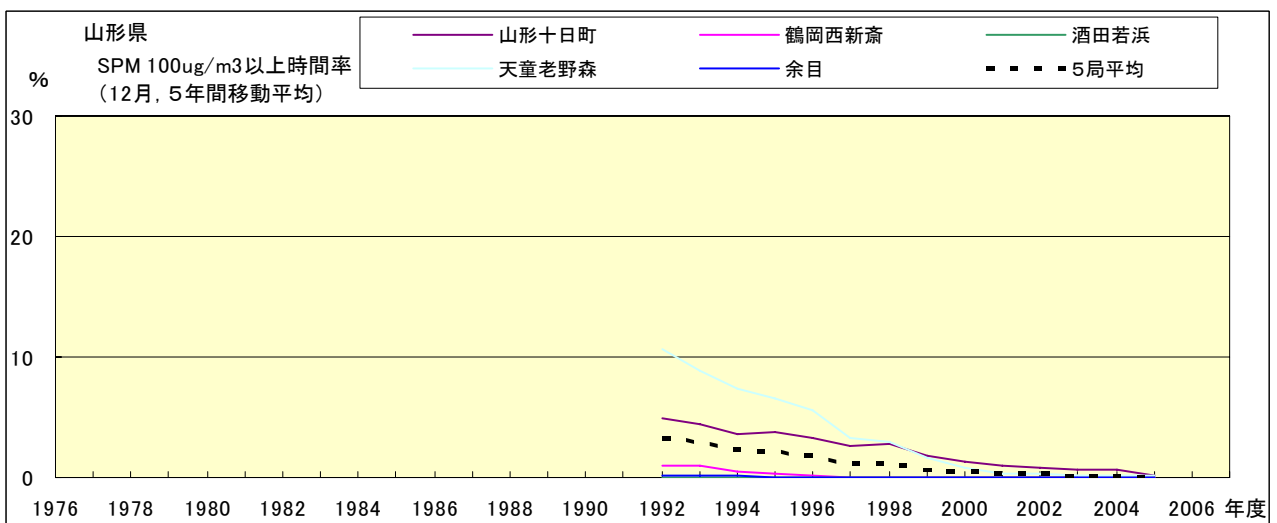


図 19-2.l' SPM100 $\mu$ g/m<sup>3</sup>以上の時間率の経年変化(12月,5年間移動平均)

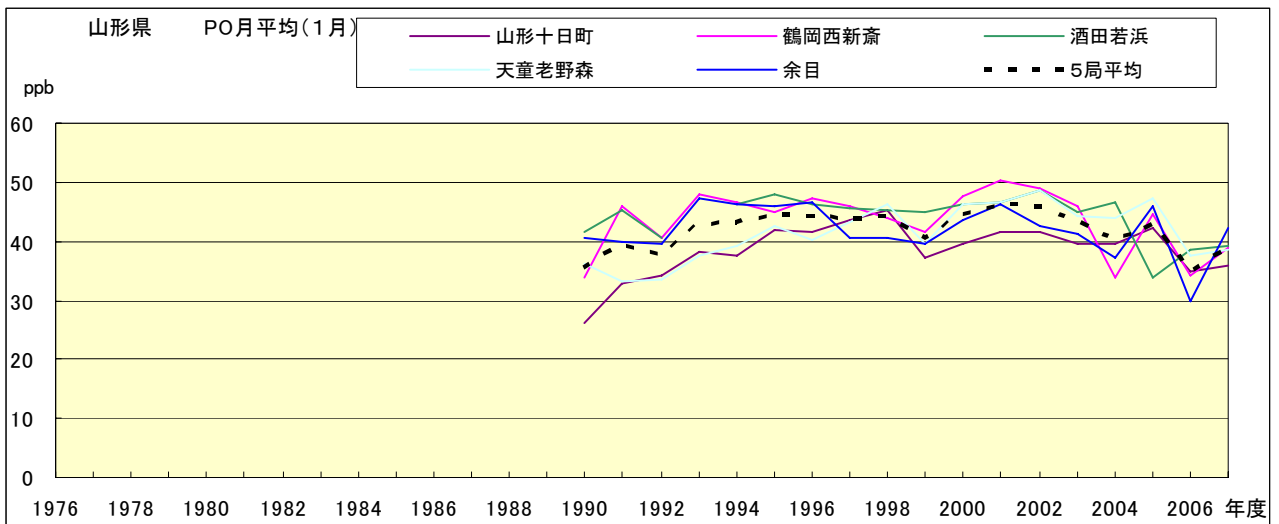


図 20.a PO 濃度月平均値の経年変化(1月)

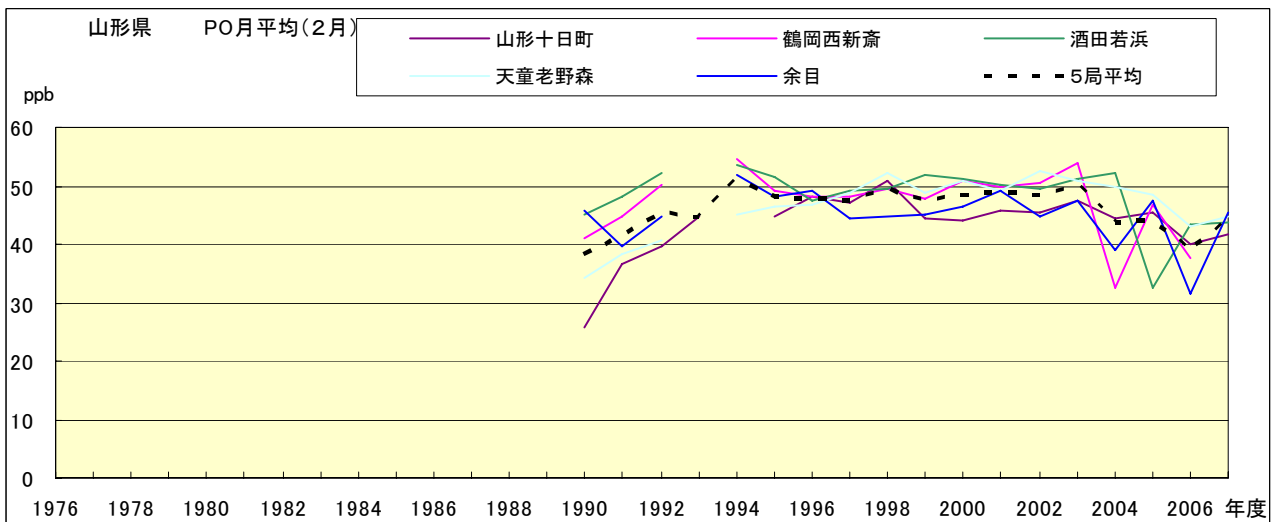


図 20.b PO 濃度月平均値の経年変化(2月)

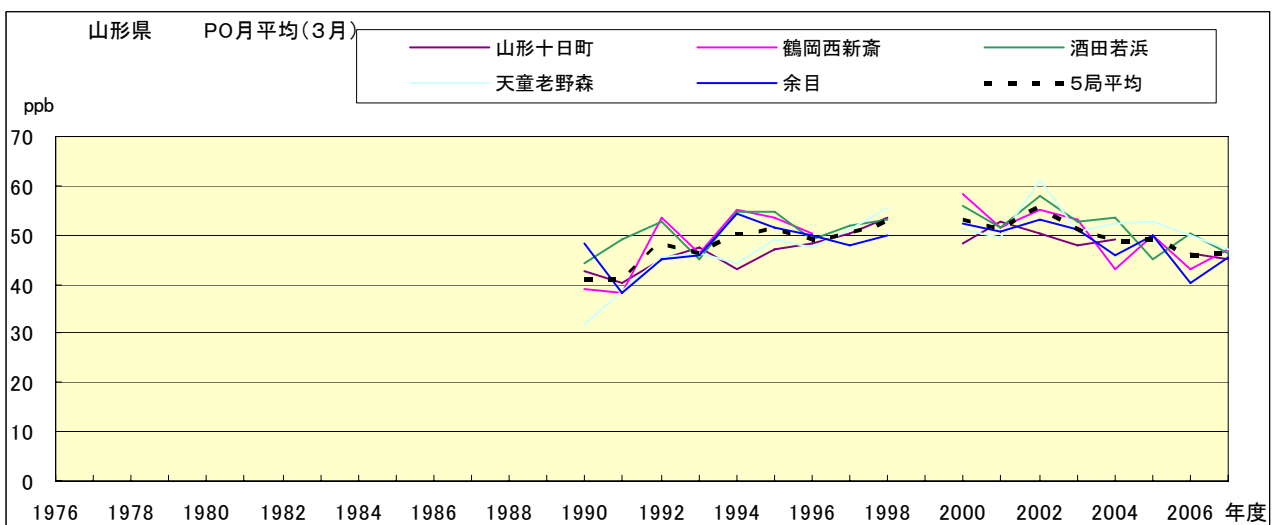


図 20.c PO 濃度月平均値の経年変化(3月)

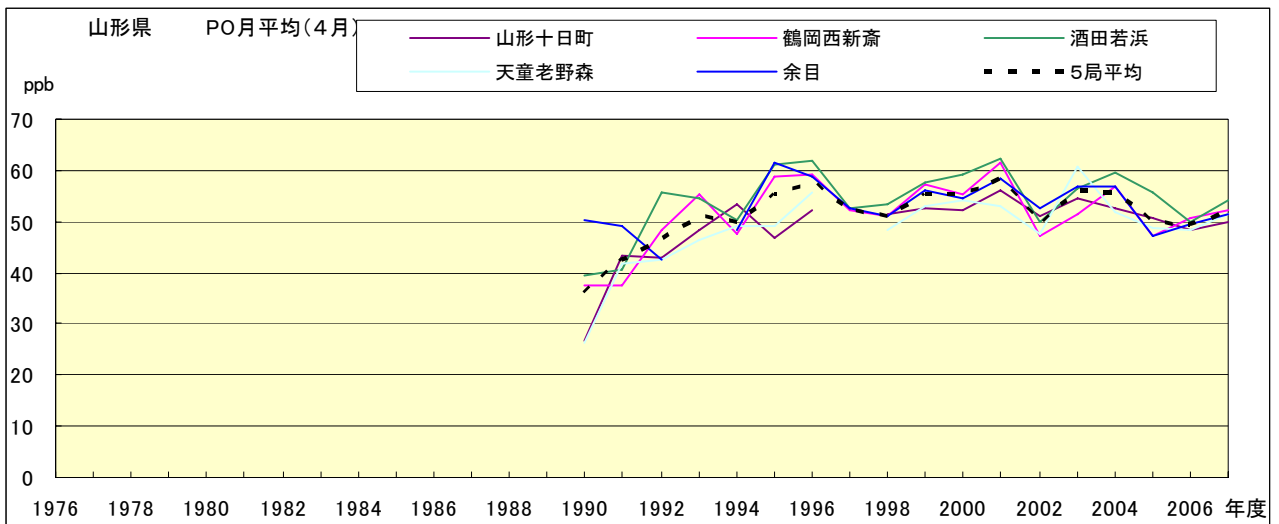


図 20.d PO 濃度月平均値の経年変化(4月)

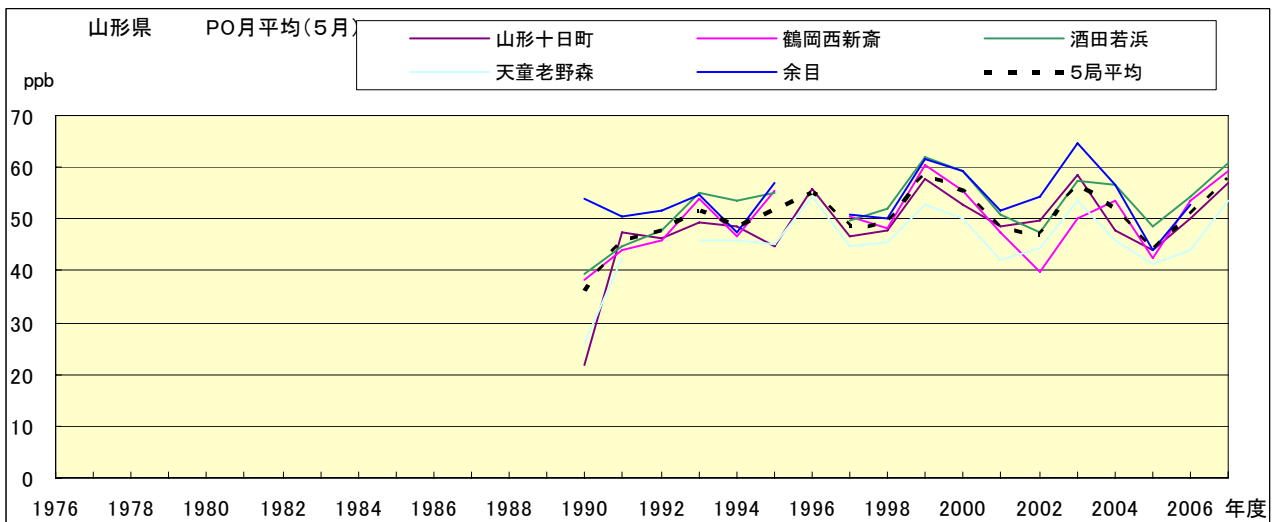


図 20.e PO 濃度月平均値の経年変化(5月)

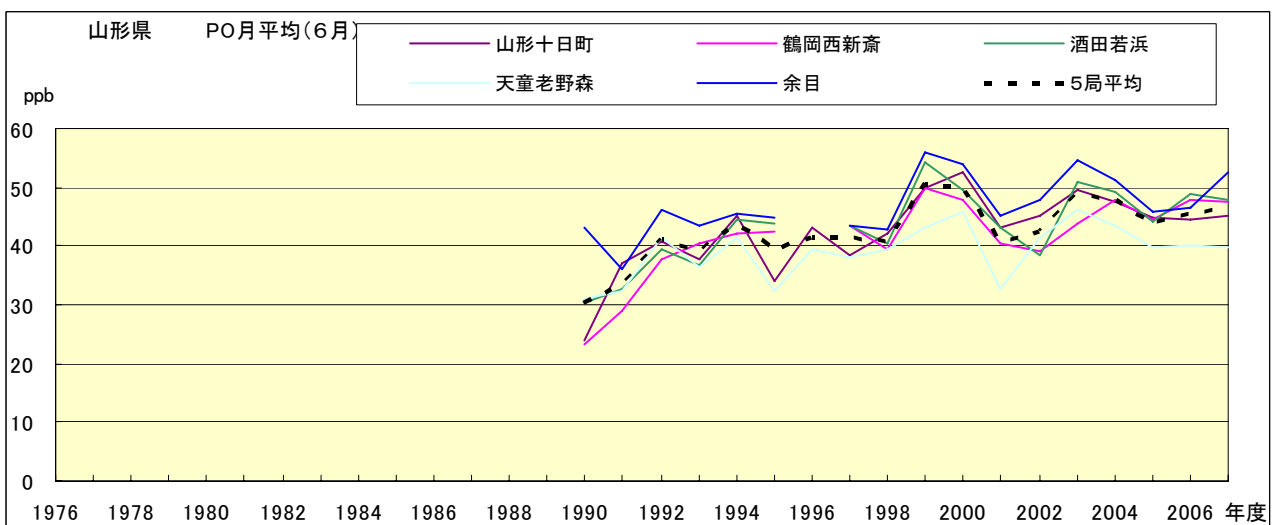


図 20.f PO 濃度月平均値の経年変化(6月)

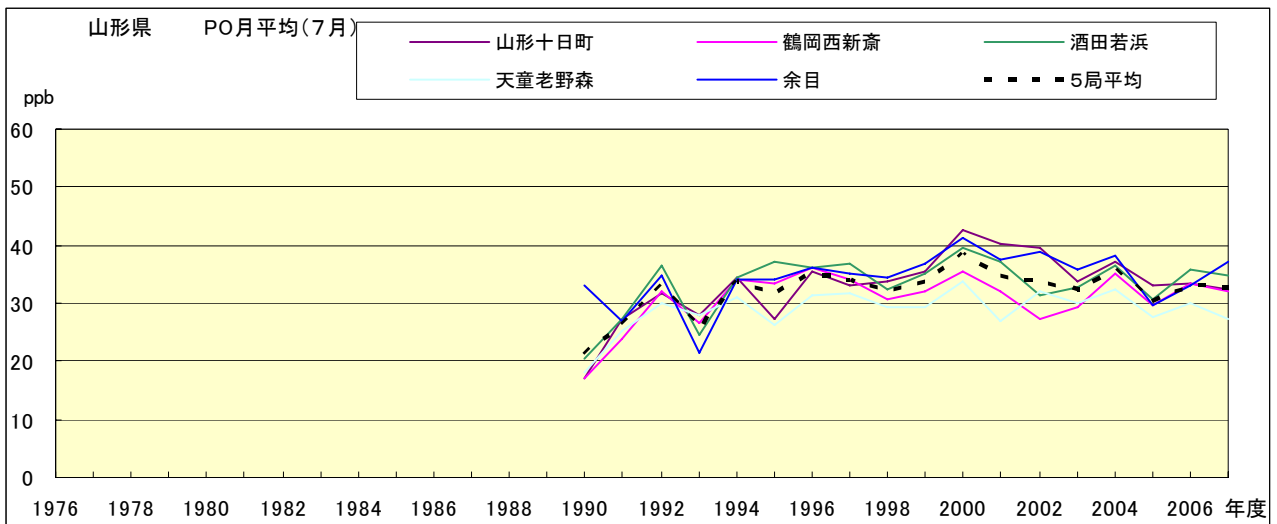


図 20.g PO 濃度月平均値の経年変化(7月)

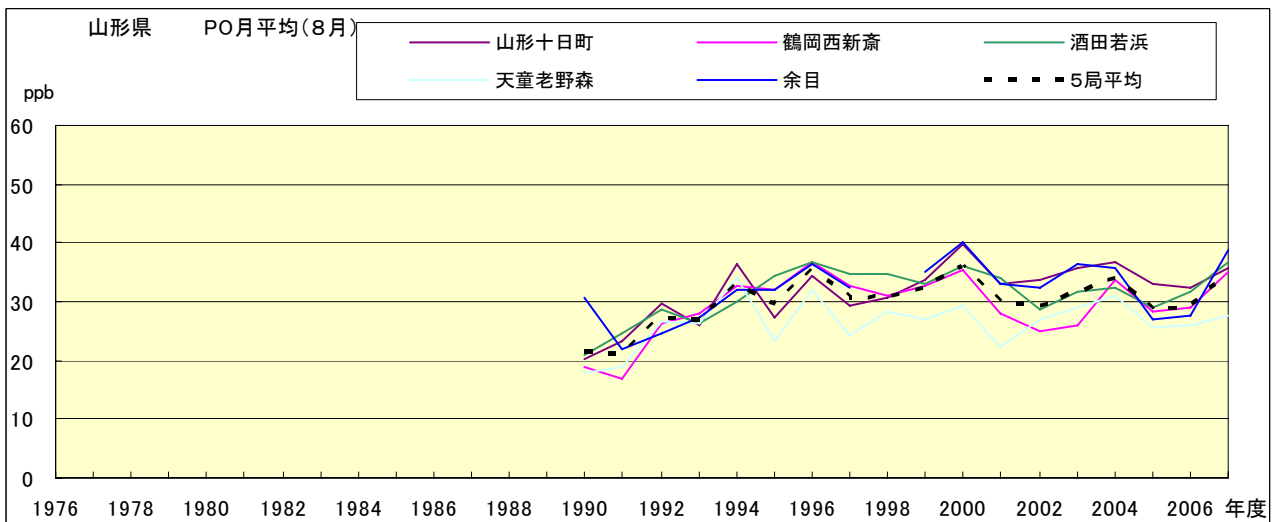


図 20.h PO 濃度月平均値の経年変化(8月)

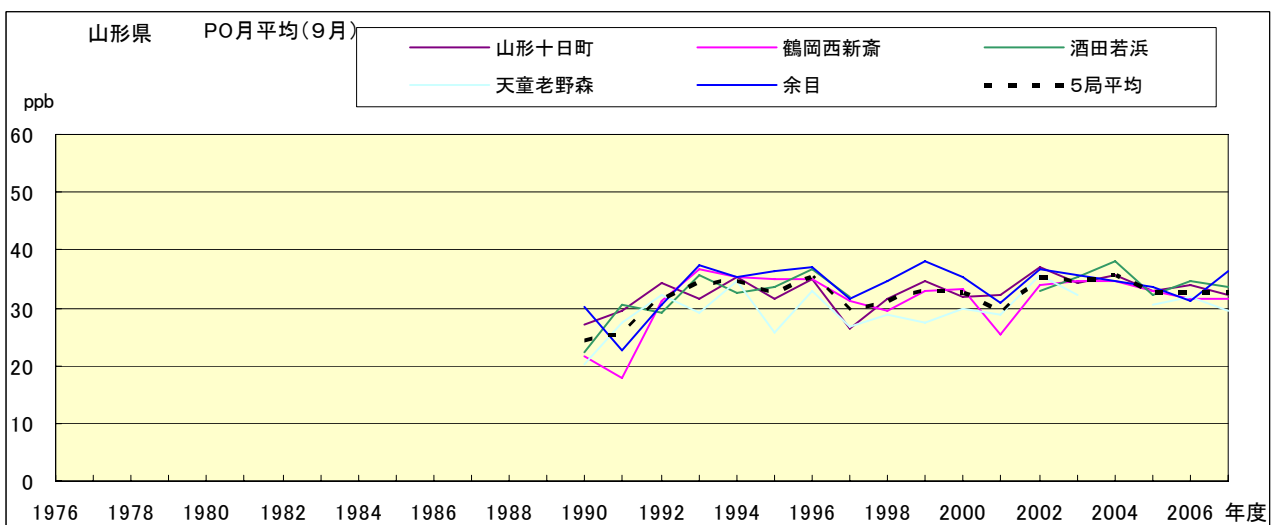


図 20.i PO 濃度月平均値の経年変化(9月)

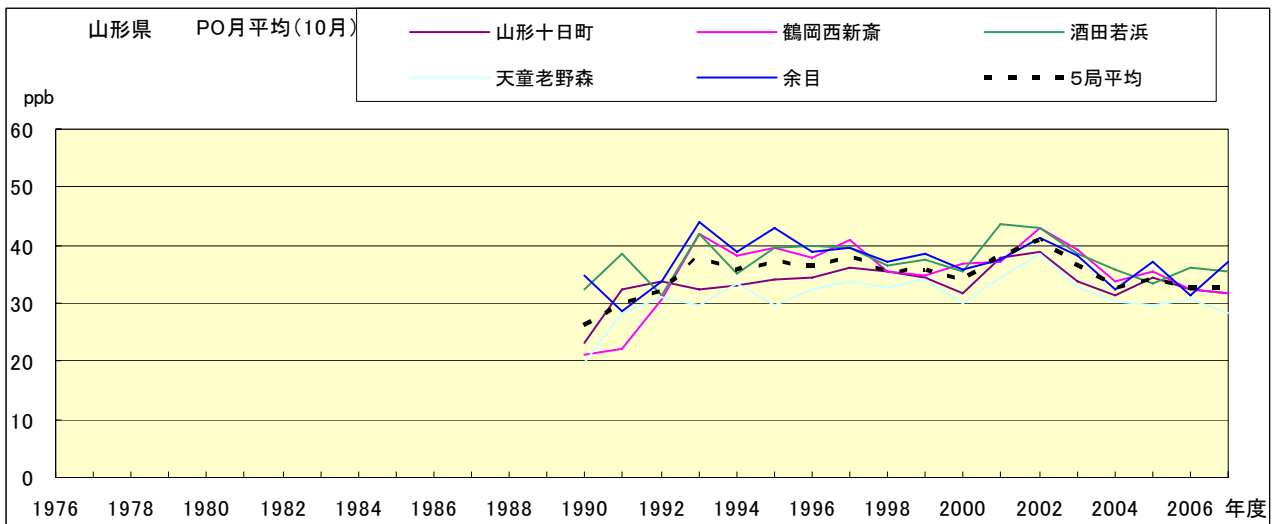


図 20.j PO 濃度月平均値の経年変化(10 月)

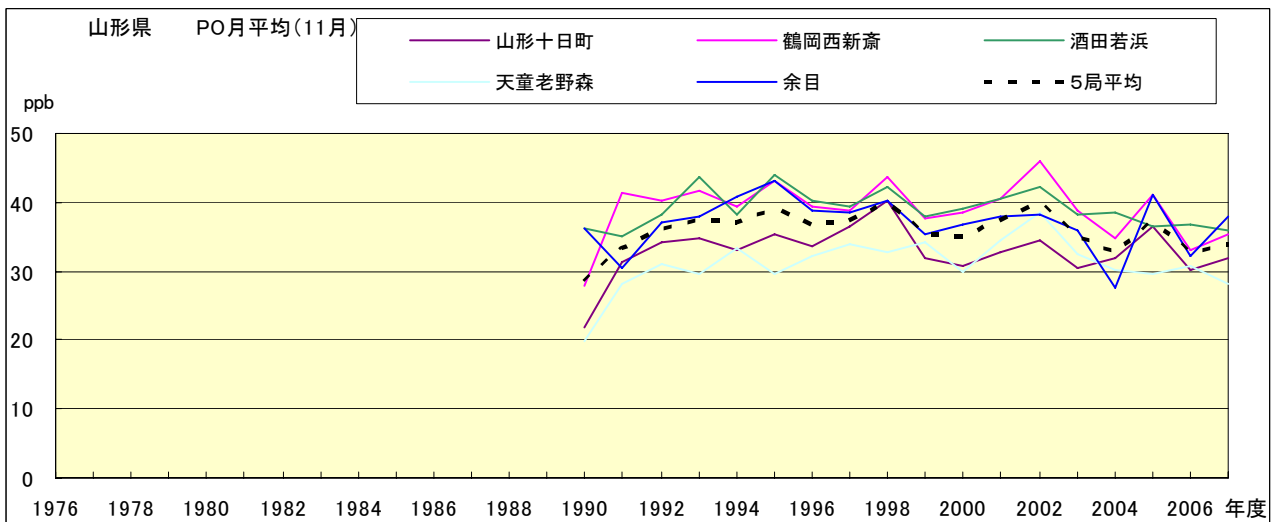


図 20.k PO 濃度月平均値の経年変化(11 月)

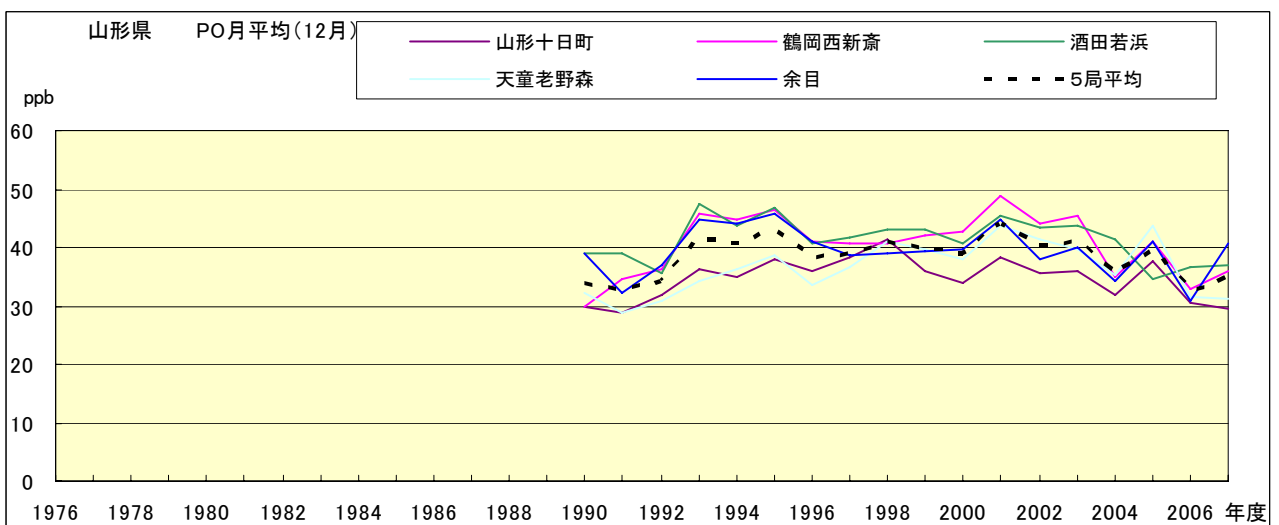


図 20.l PO 濃度月平均値の経年変化(12 月)

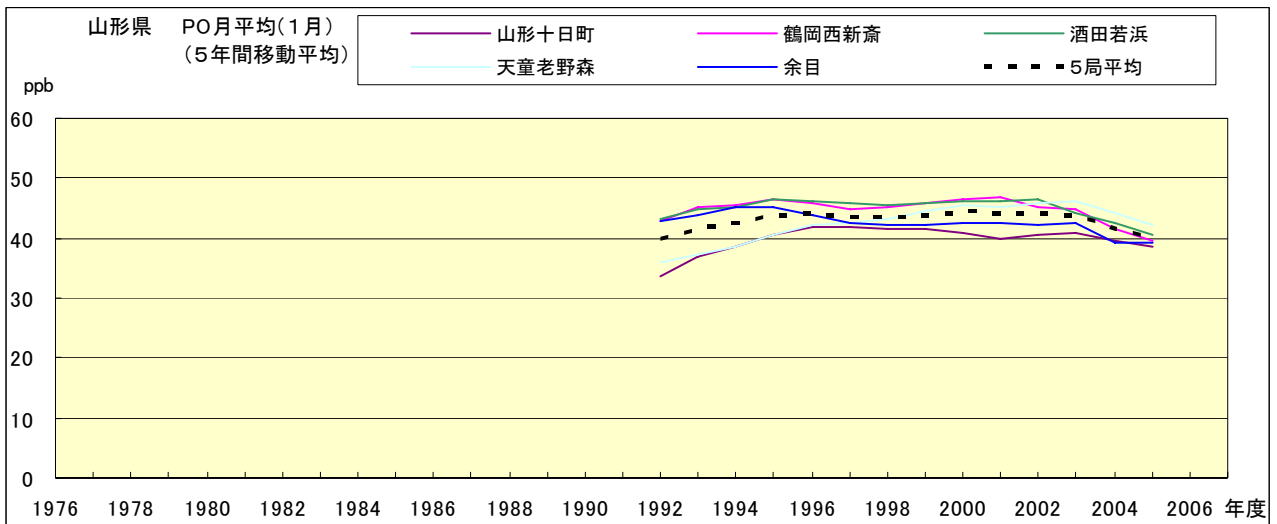


図 20.a' PO 濃度月平均値の経年変化(1月,5年間移動平均)

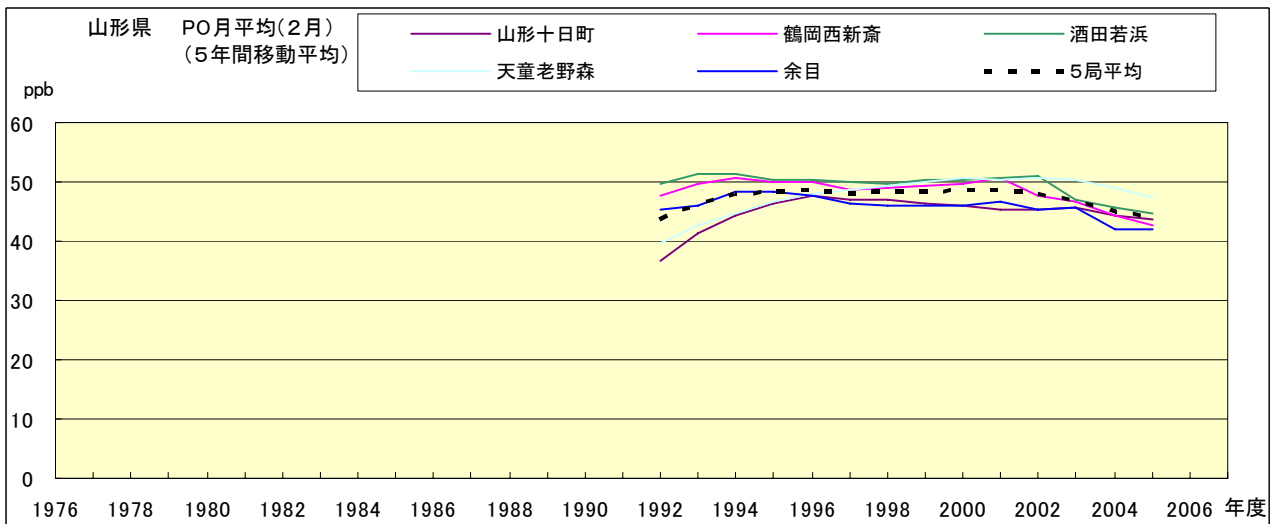


図 20.b' PO 濃度月平均値の経年変化(2月,5年間移動平均)

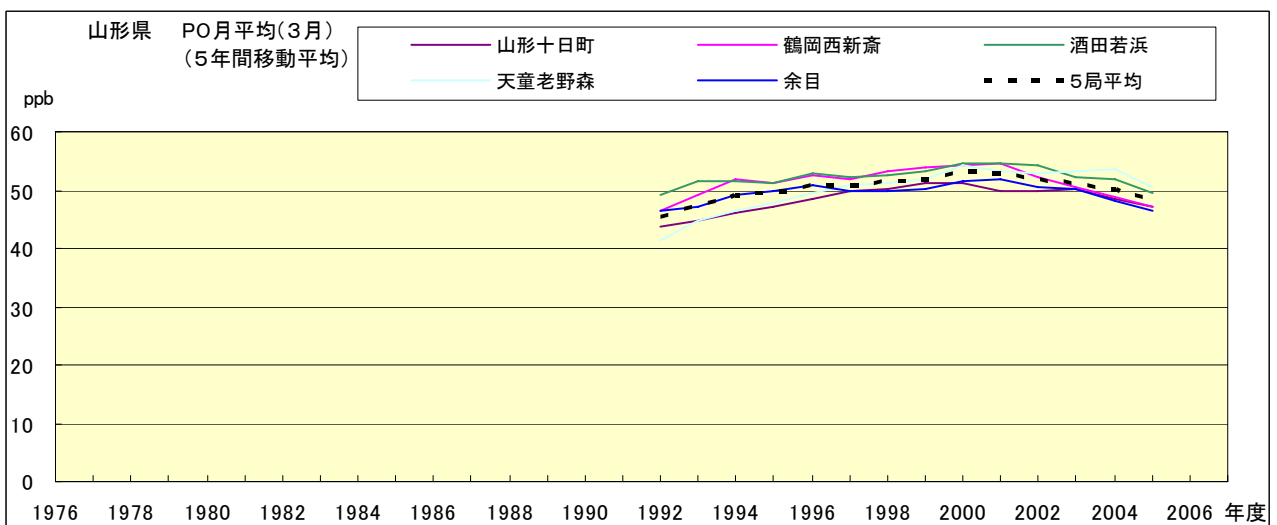


図 20.c' PO 濃度月平均値の経年変化(3月,5年間移動平均)

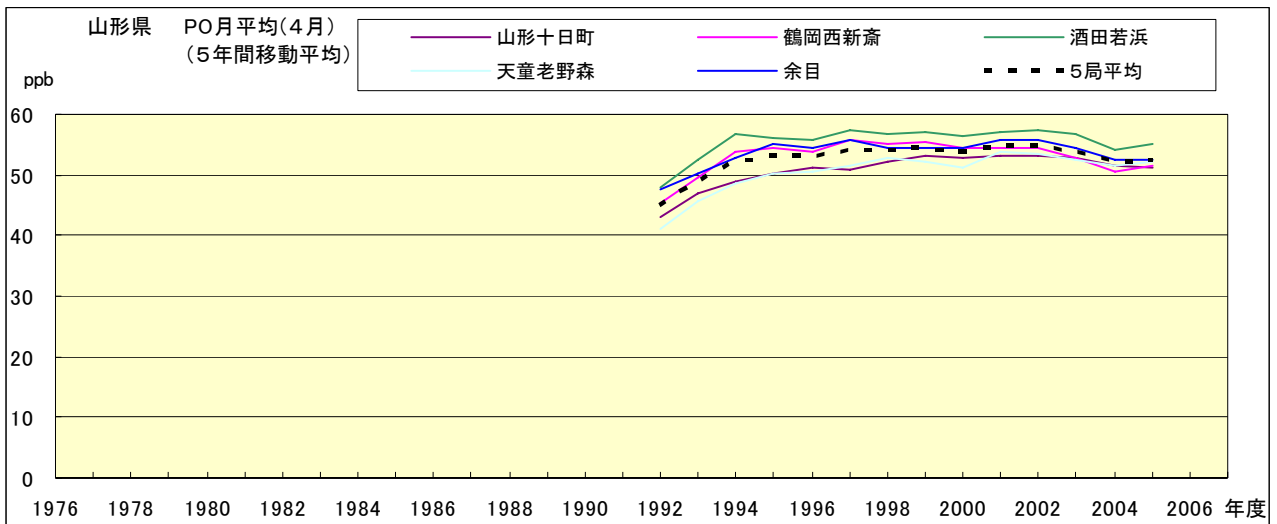


図 20.d' PO 濃度月平均値の経年変化(4月,5年間移動平均)

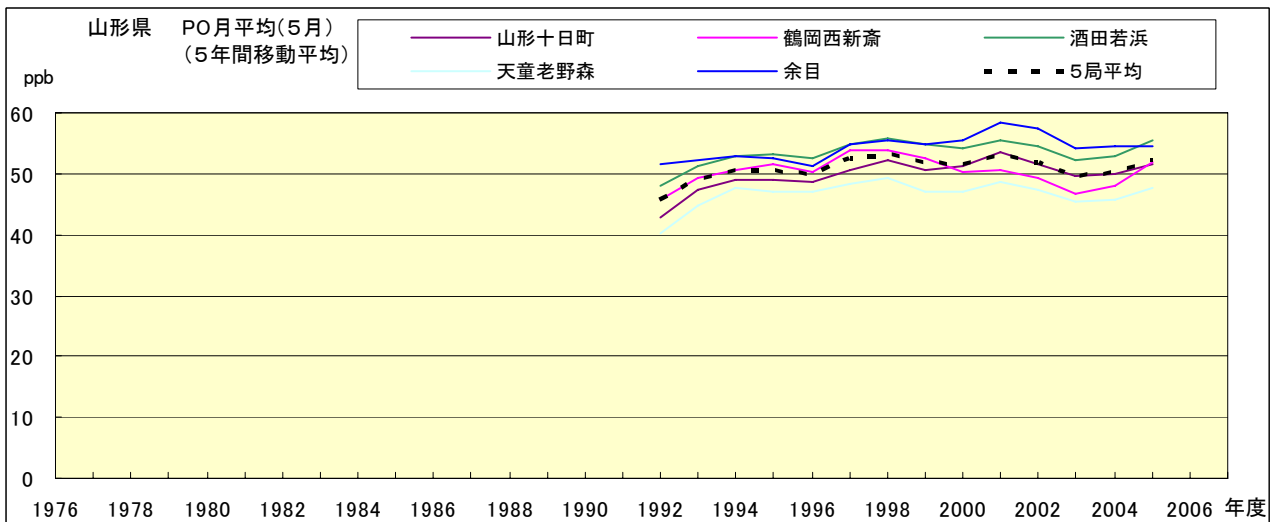


図 20.e' PO 濃度月平均値の経年変化(5月,5年間移動平均)

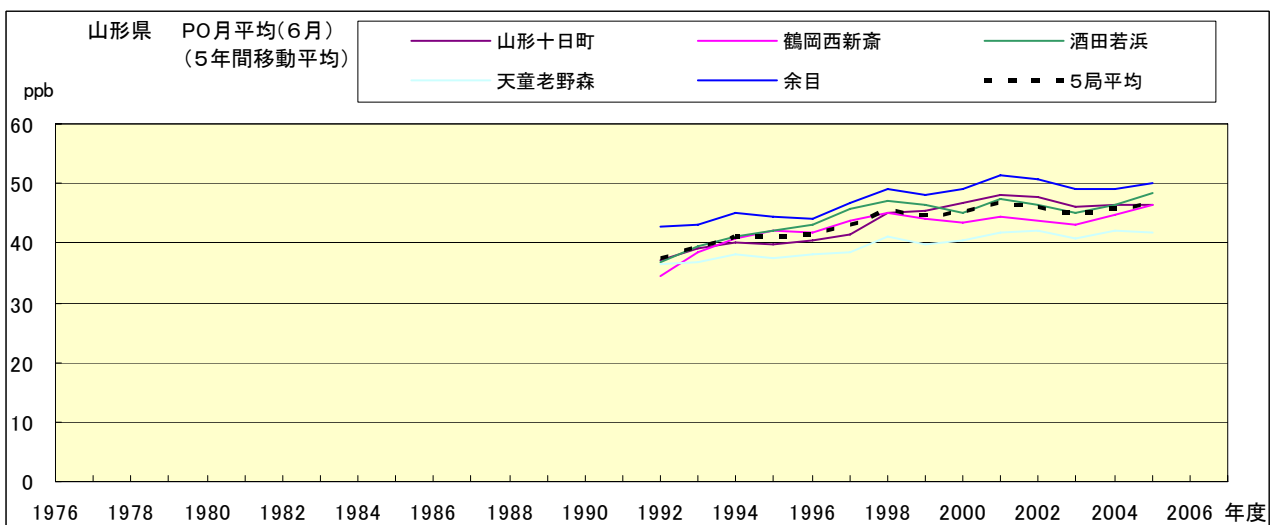


図 20.f' PO 濃度月平均値の経年変化(6月,5年間移動平均)



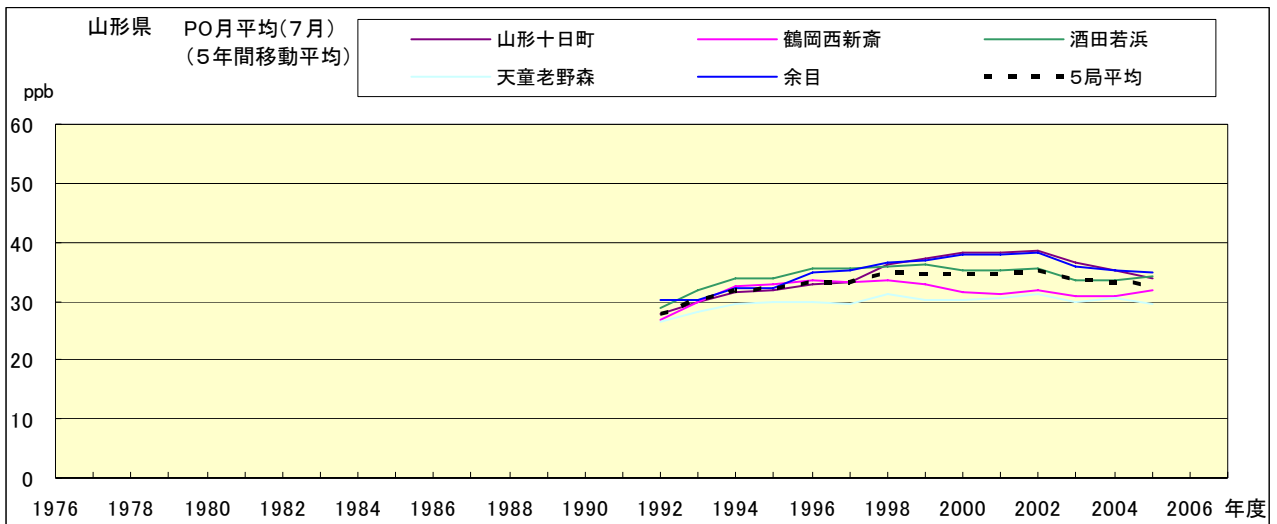


図 20.g' PO 濃度月平均値の経年変化(7月,5年間移動平均)

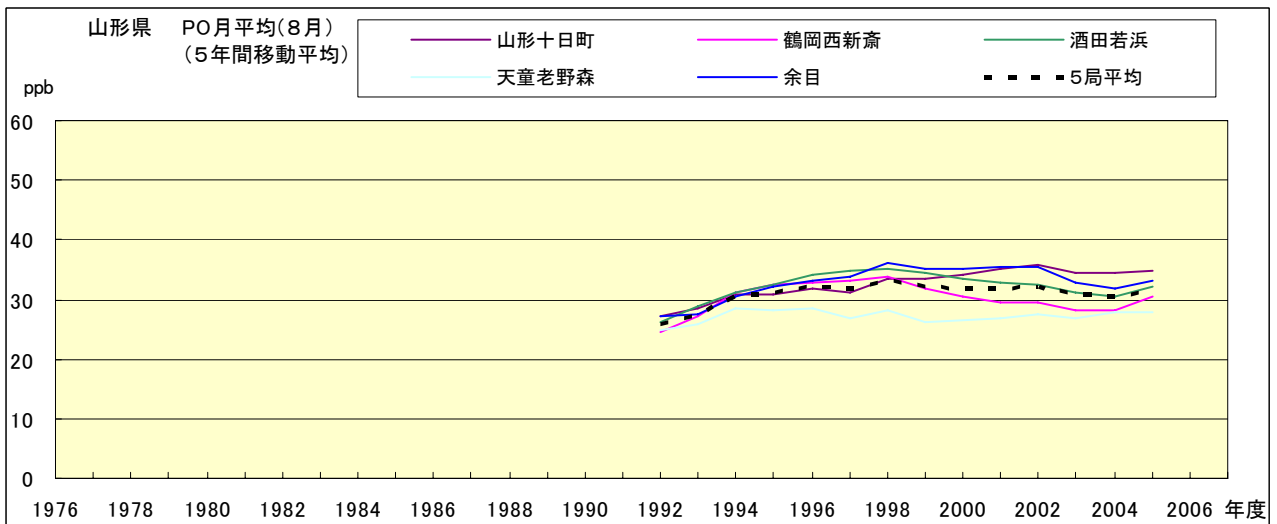


図 20.h' PO 濃度月平均値の経年変化(8月,5年間移動平均)

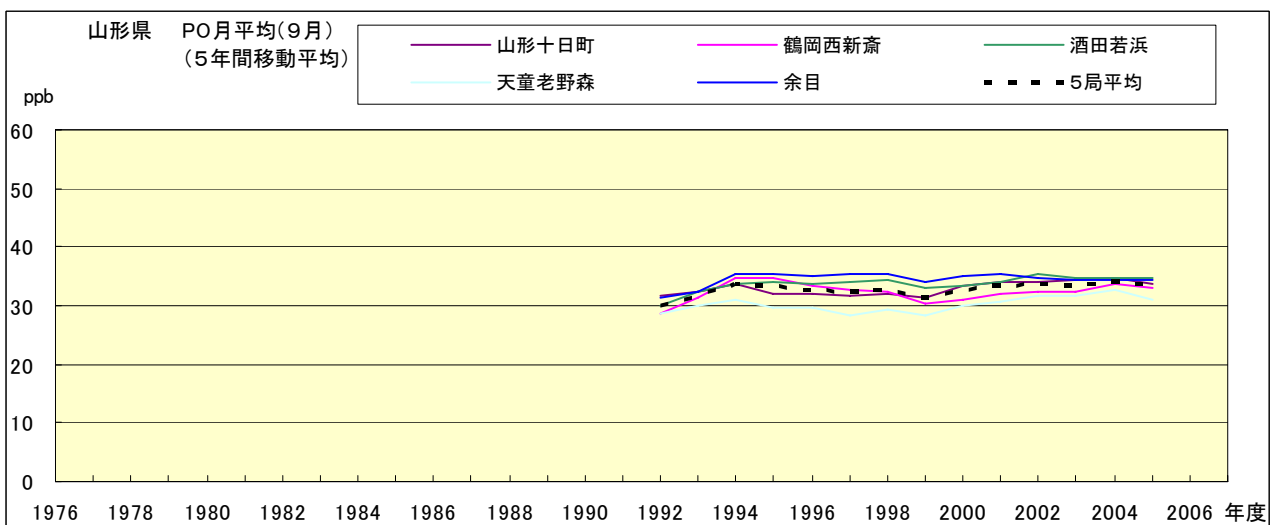


図 20.i' PO 濃度月平均値の経年変化(9月,5年間移動平均)

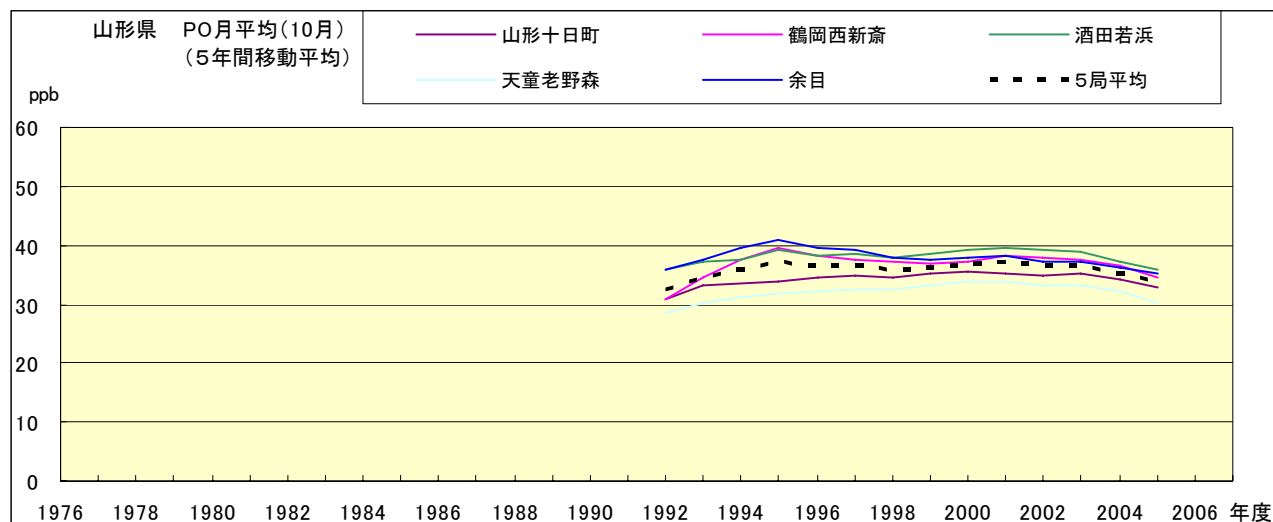


図 20.j' PO 濃度月平均値の経年変化(10月,5年間移動平均)

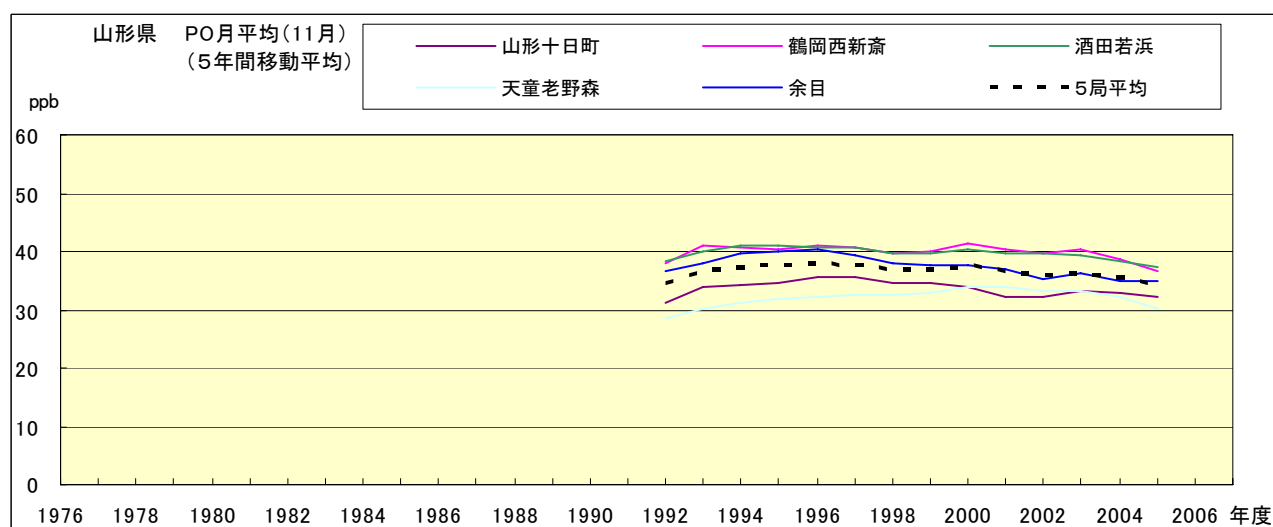


図 20.k' PO 濃度月平均値の経年変化(11月,5年間移動平均)

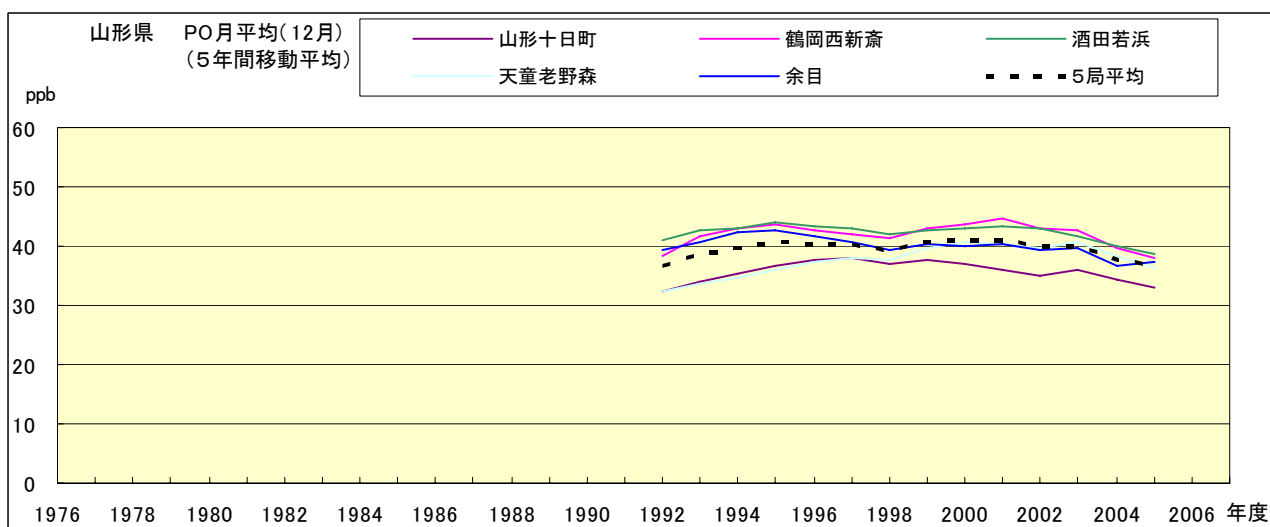


図 20.l' PO 濃度月平均値の経年変化(12月,5年間移動平均)

PO 濃度月平均値の経月変動

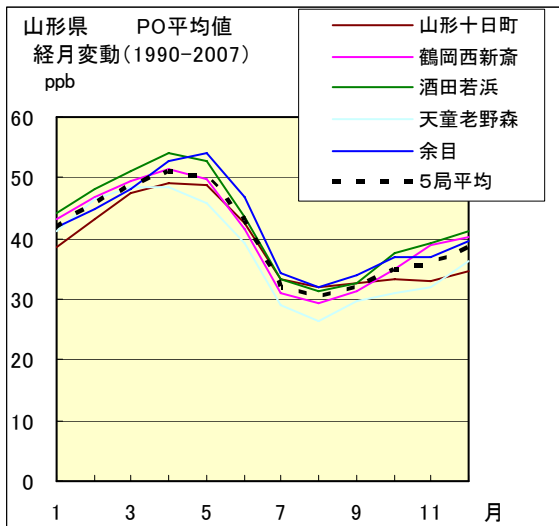


図 21.a 1990 年度～2007 年度

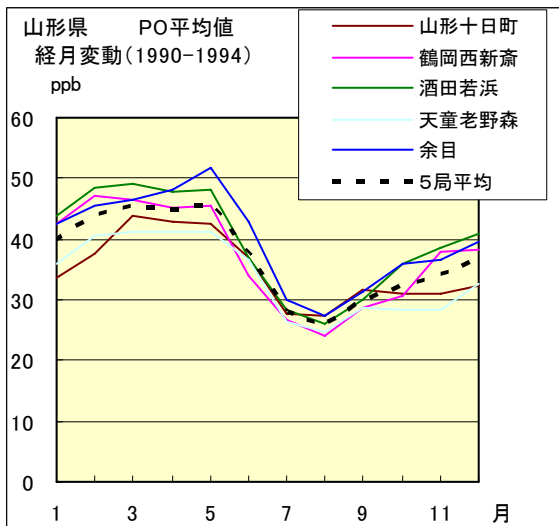


図 21.b 1990 年度～1994 年度

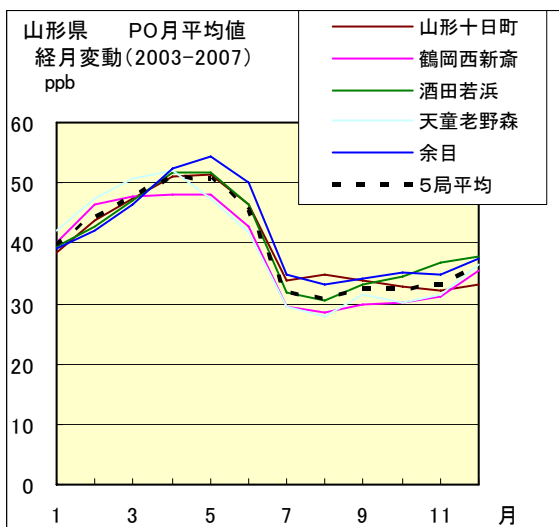


図 21.c 2003 年度～2007 年度

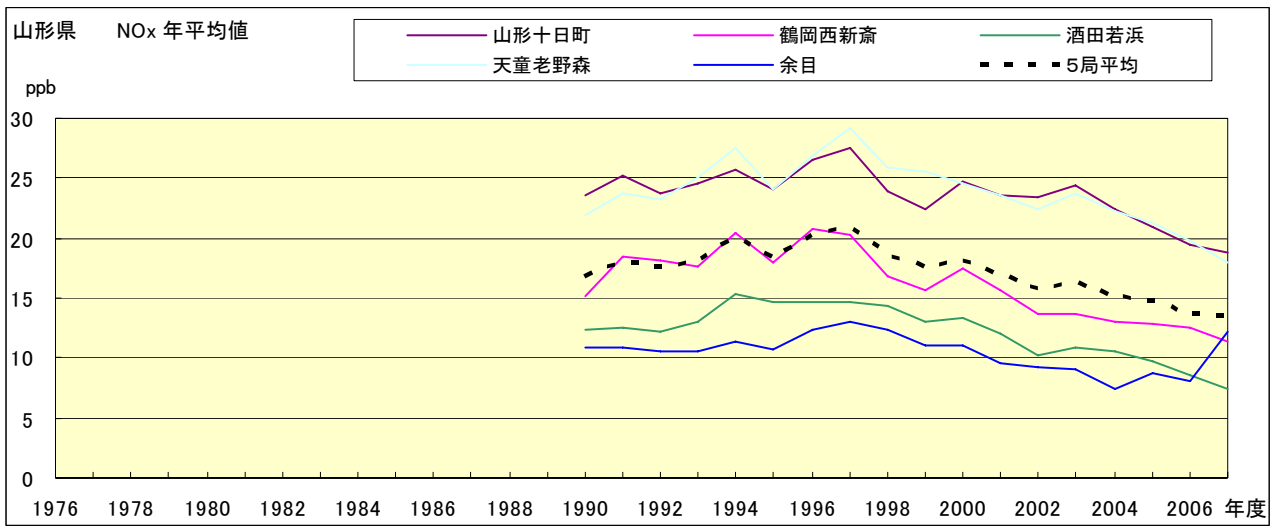


図 22.a NOx 濃度年平均値の経年変化

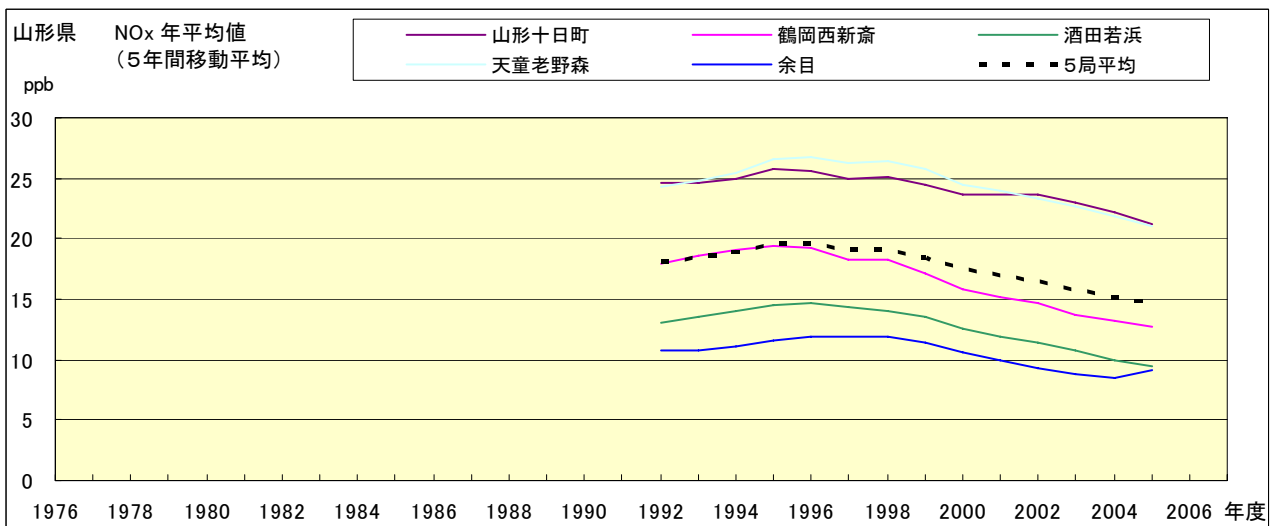


図 22.b NOx 濃度年平均値の経年変化(5年間移動平均)