

茨城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

茨城県は関東地方の北東部に位置し、東は太平洋にのぞみ、北は福島県、西は栃木県、南は利根川を挟んで千葉県および埼玉県に接しており、東京から県南部まで 50km 圏内、県庁所在地の水戸市まで 100km 圏内にある。県北部から北西部にかけては多賀山地、久慈山地および八溝山地が連なり、県中央部から南西部にかけては関東平野が広がる。湖沼としては国内第 2 位の面積を誇る霞ヶ浦を有するほか利根川や那珂川、久慈川などの大河川を有する。海岸線は太平洋に面して延長 190km に及び、県のほぼ中央部を境に北側は岩礁海岸、南側は砂浜海岸となっている。また、沖合では南からの黒潮と北からの親潮が交錯しており、年平均気温は 12～15℃、年降水量は 1,100～1,500mm である。

県では法律や条例に基づき固定発生源に対する規制を行うとともに、鹿島地域及び筑波地域の主要工場と公害防止協定を締結するなど大気汚染物質排出抑制の強化を図ってきた。

県内の大気汚染の概要は、光化学オキシダント (Ox) 濃度は漸増傾向であり、1984 年度以降全ての測定局で環境基準を達成していない状況が続いている。浮遊粒子状物質 (SPM) 濃度は減少傾向であり、2007 年度にはじめて一般局、自排局合わせ 36 局全局で環境基準を達成した。二酸化窒素 (NO₂) 濃度は 1998 年度以降は横ばいないしは微減傾向であり、一般局は 1983 年度以降、自排局は 2002 年度以降全ての測定局で環境基準を達成している。

2008 年度の環境基準の達成状況を見ると、SPM、SO₂、NO₂及び一酸化炭素 (CO) については、一般局、自排局ともに環境基準を達成しているが、Ox については 30 局すべてで未達成である。

2. 選定5局の属性情報 (表 1.a～e)

2.1 選定理由

茨城県の状況を広範囲に把握するため、県央、県北、鹿行、県南、県西の各地域から 1 局ずつ、Ox、SPM、NO_x の 3 項目すべてを測定し、ほぼ 1976 年度以降できるだけ長期にわたり、特に 1990 年度以降継続測定している一般局 5 局を選定した。

2.2 測定データの連続性

選定 5 局のうち移設が行われたのは古河保健所及び波崎太田であったが、同一敷地内における移設であり、測定データの連続性に問題のある局はなかった。

3. 解析結果

3.1 経年変化の変動特性

3.1.1 Ox 濃度年平均値 (図 1.a, b)

Ox 濃度の年平均値経年変化 (図 1.a) の 5 局平均をみると、1970 年代後半は減少傾向であったが、1980 年頃を境に増加に転じ、近年も微増傾向で現在に至っている。測定局別にみると県北地域の北茨城中郷を除く 4 局は 5 局平均と同様の傾向を示しているが、北茨城中郷は 1995 年頃を境にそれまでの増加傾向からわずかに減少傾向に転じている。Ox 濃度の年平均値経年変化 (5 年間移動平均) (図 1.b) でみても 5 局平均と北茨城中郷を除く 4 局は 1980 年頃を底に増加傾向が続いており、北茨城中郷は 1995 年からわずかに減少傾向となっている。

1985～2007 年の年平均値の変化率 (傾き) は北茨城中郷を除く 4 局で明瞭に正の傾きを示し、変化率が最大であったのは鹿行地域の波崎太田で 0.45ppb/年、ついで県南地域の竜ヶ崎保健所の 0.31ppb/年であり、最小は 1995 年頃から減少に転じている北茨城中郷で 0.03ppb/年で、5 局平均は 0.25ppb

／年であった。

1995～2007年の年平均値の変化率は北茨城中郷で $-0.23\text{ppb}/\text{年}$ と明らかに減少傾向を示しており、他の4局については最大が波崎太田で $0.42\text{ppb}/\text{年}$ 、ついで竜ヶ崎保健所の $0.18\text{ppb}/\text{年}$ であり、5局平均は $0.12\text{ppb}/\text{年}$ と1985～2007年の変化率と比べて小さくなっている。

年平均値の変化率を5局平均でみると1985～2007年が $0.25\text{ppb}/\text{年}$ 、1995～2007年が $0.12\text{ppb}/\text{年}$ 、さらに2000～2007年が $0.06\text{ppb}/\text{年}$ と徐々に小さくなっており、特に2000年以降、Ox濃度の年平均値の上昇が緩やかになっている。

全国的に測定局の出揃った1990年以降、1990年代初頭の5年間（1990～1994年度）、最近5年間（2003～2007年度）、及び2007年度まで通年（1990～2007年度）の、各々の期間のOx濃度平均値を比べてみると5局平均で1990～1994年度が 26.7ppb 、1990～2007年度が 28.1ppb 、2003～2007年度が 29.2ppb と依然として濃度上昇が続いていることがわかる。

測定方法の変更との関係を見ると、選定5局のうち竜ヶ崎保健所と波崎太田において2006年3月に湿式から乾式への変更が行われているが、変更前の2006年度のOx年平均値と変更後の2007年度のOx年平均値の差は、竜ヶ崎保健所では $+0.9\text{ppb}$ の増加であったが、波崎太田では -0.6ppb の減少であり、乾式変更に伴う濃度上昇の傾向は明確にみられはしなかった。

向流吸収管自動洗浄機付に切り替えた影響については、2002年度以前に行った機種変更の記録が残っていないため検証できなかった。

3.1.2 Ox高濃度発生状況（図2.a, b、図3.b, b'）

Ox濃度の年最大値経年変化（図2.a）の5局平均をみると、1970年代の減少傾向が1980年頃を境に増加に転じているところは年平均値の経年変化と同様であるが、年平均値が近年まで増加を続けているのとは異なり、年最大値の増加は2000年頃までで、それ以降は減少傾向を示している。

測定局別にみると県西地域の古河保健所は1983年頃から 150ppb 前後の高い濃度で推移しており、他の4局は1995～2000年頃まで増加傾向で、それ以降は横ばいから減少傾向を示している。1995～2007年の年最大値の変化率（傾き）は、古河保健所のみが $0.29\text{ppb}/\text{年}$ で増加を示しているが他は減少傾向であり、変化率が最も小さいのは北茨城中郷で $-4.08\text{ppb}/\text{年}$ 、ついで波崎太田の $-1.61\text{ppb}/\text{年}$ であった。

Ox濃度の年最大値経年変化（5年間移動平均）（図2.b）をみると、古河保健所は1995年度頃に少し減少したことがあったが1984年度から2007年度までほぼ横ばいで、他の4局は1992～1995年度頃まで増加し、それ以降は横ばいから減少傾向を示している。

1990年代初頭の5年間（1990～1994年度）と最近5年間（2003～2007年度）のOx年最大値平均値を比べてみると、5局平均で1990～1994年度が 136ppb 、2003～2007年度が 129ppb と減少傾向にある。北茨城中郷 $121\rightarrow 106\text{ppb}$ 、水戸石川 $132\rightarrow 120\text{ppb}$ 、波崎太田 $127\rightarrow 122\text{ppb}$ と県北部ほど減少傾向が大きく、県南西地域の古河保健所 $154\rightarrow 153\text{ppb}$ 、竜ヶ崎保健所 $144\rightarrow 144\text{ppb}$ ではほとんど変化が見られない。

Ox 60ppb 以上の出現率の経年変化（図3.b）をみると、年最大値と同様に1980年頃を底に2000年度まで増加傾向であり、それ以降は横ばいから減少傾向を示している。特に近年は波崎太田で1999、2000、2003年度、竜ヶ崎保健所で2000年度に出現率が 15% 前後と非常に高い年度が出現している。Ox 60ppb 以上の出現率の変化率は、5局平均で1985～2007年度が $0.17\%/ \text{年}$ 、1990～2007年度が $0.11\%/ \text{年}$ 、1995～2007年度が $-0.02\%/ \text{年}$ 、2000～2007年度が $-0.29\%/ \text{年}$ と、2000年頃からは減少傾向となっている。

Ox 60ppb 以上の出現率（5年間移動平均）の経年変化（図3.b'）をみても、1980年頃から続いた増加傾向が1999～2000年度付近を境に減少に転じており、1998年頃から局間の差が大きくなっていることがわかる。

1990年代初頭の5年間(1990～1994年度)、最近5年間(2003～2007年度)、及び2007年度まで通年(1990～2007年度)の、各々の期間のOx 60 ppb以上の出現時間数(出現率)の平均値を比べてみると、5局平均で1990～1994年度が303 hr(4.1%)、1990～2007年度が404 hr(5.2%)、2003～2007年度が444 hr(5.4%)と、着実に高濃度出現率は増加してきている。

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)

Ox 濃度の年平均値と平年値との関係(図4)をみると、選定5局の平年値(1990～2007年度の平均値)は、28.1 ppbであった。Ox 濃度平均値が前年度より低下した年度は、1992、1993、1996、1997、1998、2001、2002、2004年度であった。

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)をみると、0～19 ppb(図5.a)の5局平均は1981年度から減少傾向であり1985～2007年度の変化率は-24.2hr/年である。北茨城中郷で1997年度ごろからやや増加傾向となっている影響もあって2000～2007年度の変化率は-7.6hr/年と減少率も小さくなってきているが、他の4局については5局平均と同様の傾向を示している。20～39 ppb(図5.b)の5局平均は2000年度までは緩やかに減少傾向であったが、2001年度以降は増加傾向であり、2000～2007年度の変化率は68.5hr/年である。古河保健所のみは1981年度以降継続して増加傾向であり、他の4局は5局平均と同様の傾向を示している。40～59 ppb(図5.c)の5局平均は1980年度以降増加傾向であり、2000～2007年度の変化率は68.9hr/年である。北茨城中郷のみ1995年度以降に減少傾向を示しており2000～2007年度の変化率が-14.7hr/年であるが、他の4局は増加傾向であり、特に波崎太田は2000～2007年度の変化率が132.9hr/年と近年急激な増加傾向を示している。60～79 ppb(図5.d)の5局平均は1980年度から2000年度まで増加傾向であったが、2002年度まで減少し、2003年度以降は再び増加傾向である。1999～2000年度の2年間にわたり波崎太田、竜ヶ崎保健所、北茨城中郷で大きく増加し、波崎太田はその後の2004年度、2007年度にも大きく増加する年度がみられた。80～99 ppb(図5.e)、100～119 ppb(図5.f)、120ppb以上(図5.g)の5局平均については60～79 ppb とほぼ同様の傾向であり1980年度から2000年度まで増加傾向、2002年度まで減少、2003年度以降は再び増加傾向であるが、年度ごとの増減が激しく傾向が捕らえにくい。

Ox 濃度ランク別(20ppb 毎)時間数の経年変化(5年間移動平均)(図5.a'～g')をみても、同様の傾向がみとれるが、1997年度ごろから40～59 ppb(図5.c')、60～79 ppb(図5.d')で顕著であった波崎太田の増加傾向と時間数の多さは、80～99 ppb(図5.e')、100～119 ppb(図5.f')、120ppb以上(図5.g')と、より高濃度ランクになるにしたがって5局の中で時間数も少なく、減少傾向となっている。かわって高濃度ランクになるにしたがって古河保健所、竜ヶ崎保健所が5局の中で時間数が多くなっており、特に古河保健所では120ppb以上(図5.g')において増加傾向となっている。

積み上げ棒グラフ(図6.a～f)においても同様の傾向がみられ、全体的に0～19ppbの時間数が減少傾向にあり、40～59ppbの時間数が増加傾向である。近年は波崎太田で60～79ppbの時間数が多く、古河保健所、竜ヶ崎保健所で80ppb以上の時間数が多くなっている。

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

Ox 濃度月平均値の経年変化(図15.a～l)をみると、概ね年平均値の経年変化と同様な傾向が認められ、1970年代後半は減少傾向であったが、1980年頃を境に増加に転じ、近年も微増傾向で現在に至っている。月別にみると、測定開始以来、年間を通して波崎太田が高い傾向が続いているが、7月8月は局間の差はほとんどなく、11～3月までの期間は波崎太田について北茨城中郷が高い。測定局別にみると北茨城中郷を除く4局は5局平均と同様の傾向を示しているが、北茨城中郷は1995～2007年度の変

化率でみると全ての月平均値が減少傾向を示している。

Ox 濃度月平均値の経年変化（5年間移動平均）（図 15.a'～l'）でみても 5 局平均と北茨城中郷を除く 4 局は、概ね年平均値の経年変化と同様な傾向が認められ、1970 年代後半は減少傾向で 1980 年頃を境に増加に転じ近年は微増傾向である。北茨城中郷は 1995～2007 年度の変化率において全ての月平均値が減少傾向を示している。

3.1.6 Ox 濃度 60 ppb 以上の月別時間率の経年変化(図 16-2.a～l、図 16-2.a'～l')

Ox 濃度 60ppb 以上の月別出現時間率の経年変化(図 16-2.a～l)をみると、10～2 月については 60ppb 以上となることは非常に少なく、全期間をとおした Ox 濃度 60ppb 以上の月別出現時間率の平均は 2% 未満である。3～9 月までについては概ね年平均値の経年変化と同様な傾向が認められ、1980 年頃を底に 2000 年度まで増加傾向であり、それ以降は横ばいから減少傾向を示している。ただし、波崎太田については 1997 年度に最も高くなり 1998 年度以降は減少傾向である。月別にみると 3～5 月は波崎太田が最も高く、6 月は各局あまり差が無く、7～9 月は古河保健所が最も高い。

Ox 濃度 60ppb 以上の月別出現時間率の経年変化（5年間移動平均）（図 16-2.a'～l'）をみると、10～2 月については 60ppb 以上となることは非常に少なく、3～9 月までについては概ね年平均値の経年変化と同様な傾向が認められ、特に 4～5 月において 1995～2000 年度頃の増加が目立つ。月別では 3～5 月は波崎太田で高く、7～9 月は古河保健所が高い。

5 局平均の Ox 濃度 60ppb 以上の月別出現時間率の変化率をみると、1990～2007 年度は春季が最も高く 5 月で 0.63%/年、次いで 4 月の 0.52%/年、夏季の 8 月は 0.22%/年であったが、2000～2007 年度でみると 5 月が -0.64%/年、4 月が -1.3%/年と減少に転じており、8 月が最も高く 0.51%/年となっている。

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)

PO 濃度としては発生源由来の NO₂ を総 NO_x の 1 割と考え、 $PO = Ox + NO_2 - 0.1 \times NO_x$ として時間値から算出した。PO 濃度年平均値の経年変化(図 17.a)をみると、Ox 濃度の年平均値経年変化(図 1.a)と同様であり、5 局平均は 1970 年代後半は減少傾向であったが、1980 年頃を境に増加に転じ、近年も微増傾向である。局別に 2000～2007 年度の変化率をみると波崎太田は 0.20ppb/年と明らかな増加傾向を示し、北茨城中郷は -0.54ppb/年と明らかな減少傾向を示しているが、他は横ばいの状況である。

PO 濃度の年平均値経年変化と Ox 濃度の年平均値経年変化とを比較すると、PO の方が局間のばらつきが小さくなっている。PO により、NO との反応で消費された分も含めて Ox を評価できると考えられることから、各局の Ox 汚染の状況には Ox 濃度で示されるほどの差は無いことが示されていると考えられる。

PO 濃度年平均値の経年変化(5年間移動平均)(図 17.b)においても同様の傾向がみられる。

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

PO 濃度月平均値の経年変化(図 20.a～l)は Ox 濃度月平均値の経年変化(図 15.a～l)と同様であり、5 局平均は 1970 年代後半は減少傾向であったが、1980 年頃を境に増加に転じ、近年も微増傾向であり、経年的な変動パターンにも特に差異は見られない。

月別にみると 7～8 月のみ Ox 濃度月平均値よりも PO 濃度月平均値の方が局間のばらつきが大きく、他の月は年平均値と同様に Ox 濃度月平均値よりも PO 濃度月平均値の方が局間のばらつきが小さい。

1990～2007 年度の期間平均値をみると、Ox 濃度月平均値の場合は全ての月で波崎太田が最も高いが、PO 濃度月平均値では 6 月～8 月に古河保健所で 42.3、37.9、35.2ppb と波崎太田の 41.9、32.5、28.6ppb を上回って最も高くなっており、その他の月は Ox 濃度月平均値と同様に波崎太田が最も高い。

PO 濃度月平均値の経年変化(5年間移動平均)(図 20.a'~l')においても同様の傾向がみられる。

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(図 7.a)をみると、5局平均は1986年度頃から減少傾向となっており、局別にみても遅くとも1990年度頃からは減少傾向となっており、自動車 NOx・PM 法及び首都圏におけるディーゼル車走行規制等の効果が現れていると考えられる。

1985~2007年度の年平均値の変化率(傾き)は5局平均で $-0.87 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{年}$ 、2000~2007年度は $-1.15 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{年}$ と近年減少率が大きくなっている。

SPM 濃度年平均値の経年変化(5年間移動平均)(図 7.b)においても同様の傾向がみられ、全測定期間において古河保健所が最も高く、次いで竜ヶ崎保健所、波崎太田、水戸石川、北茨城中郷の順となっており、首都圏に近い地域ほど SPM 濃度が高い傾向である。

3.1.10 SPM 濃度 2%除外値 (図 8a, b)

SPM 濃度 2%除外値の経年変化(図 8.a)は年平均値の経年変化(図 7.a)と同様の傾向を示しており、5局平均、各局ともに1990年度頃から減少傾向となっているが、年度ごと、局ごとの変動が大きい。

1985~2007年度の2%除外値の変化率(傾き)は5局平均で $-2.60 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{年}$ 、2000~2007年度は $-4.13 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{年}$ と年平均値と同様に近年減少率が大きくなっており、また、年平均値と比べて急激に減少している。

SPM 濃度 2%除外値の経年変化(5年間移動平均)(図 8.b)においても同様の傾向がみられる。局別の濃度の順は首都圏に近い地域ほど高い傾向であり、1992年度までは年平均値と同様であったが、しだいに局間の差が小さくなり、近年は古河保健所と竜ヶ崎保健所が同程度で最も高く、ついで波崎太田、その下に水戸石川と北茨城中郷が同程度という順序となっている。

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

SPM 高濃度($100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上)の経年変化(図 9b)も年平均値の経年変化(図 7.a)と同様の傾向を示しているが、出現率は0%に近づいており、5局とも1%未満、時間数にして19~51時間となっている。

1985~2007年度の高濃度($100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上)の変化率(傾き)は5局平均で $-0.34\%/年$ 、2000~2007年度は $-0.40\%/年$ とわずかであるが近年減少率が大きくなっている。

SPM 高濃度 ($100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上) の経年変化(5年間移動平均)(図 9b')においても同様の傾向がみられ、首都圏に近いほど高い傾向であるが、近年は低下が進みほとんど差が無くなっている。

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)は年平均値の経年変化(図 7.a)と同様の傾向を示しており、5局平均、各局ともに減少傾向である。1990~1994年度の平均値と2003~2007年度の平均値を比較すると、8月は $34.8 \rightarrow 33.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、12月は $50.0 \rightarrow 20.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ と冬季に大きく減少した結果、近年は夏季の SPM 濃度ほうが冬季より高くなっている。

SPM 濃度月平均値の変化率を5局平均値でみると、1990~2007年度の12月は $-2.35 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{年}$ 、8月は $-0.15 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{年}$ であり、冬季の減少率が大きく夏季の減少率が小さかったが、2000~2007年度の12月は $-1.26 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{年}$ 、8月は $-1.89 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{年}$ であり、冬季の減少率が小さくなり夏季の減少率が大きくなっている。

SPM 濃度月平均値の経年変化(5年間移動平均)(図 18.a'~l')においても同様の傾向を示しているが、局間の濃度差が冬季は大きく、夏季は小さいことがわかる。また、古河保健所、竜ヶ崎保健所といった首都圏に近い局で年間を通して SPM 濃度が高いことがわかる。

3.1.13 SPM 濃度 $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上の月別時間率の経年変化(図 19-2.a~l, 図 19-2.a'~l')

SPM 濃度 $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上の月別時間率の経年変化(図 19-2.a~l)は月平均値の経年変化(図 18.a~l)と同様の傾向を示しており、5局平均、各局ともに減少傾向である。1990~1994年度の平均と2003~2007年度の平均を比較すると、8月は3.0→2.1%、12月は15.5→0.79%と冬季に大きく減少した結果、近年は夏季の $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上の月別時間率が冬季より高くなっている。

SPM 濃度 $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上の月別時間率の変化率を5局平均値でみると、1990~2007年度の12月は-1.18%/年、8月は-0.09%/年であり、冬季の減少率が大きく夏季の減少率が小さかったが、2000~2007年度の12月は-0.61%/年、8月は-1.18%/年であり、冬季の減少率が小さくなり夏季の減少率が大きくなっている。

SPM 濃度 $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上の月別時間率の経年変化(5年間移動平均)(図 19-2.a'~l')においても同様の傾向であり、古河保健所、竜ヶ崎保健所といった首都圏に近い局で年間を通して高いが、SPM 濃度月平均値とは反対に、局間の濃度差が冬季は大きく、夏季は小さく、特に冬季の近年は局間の差が小さくなっている。

3.1.14 NOx 濃度年平均値(図 22.a, b)

NOx 濃度年平均値の経年変化(図 22.a)は、1982~1996年度にかけて増加傾向であったが、1997年度からは減少傾向が続いており、特に2005年度からは急激に減少している。SPMと同様に自動車NOx・PM法及び首都圏におけるディーゼル車走行規制等の効果が現れていると考えられる。

NOx 濃度年平均値はSPMと同様に古河保健所、竜ヶ崎保健所等の首都圏に近い局で高いが、2000~2007年度の変化率をみると、最も変化の大きいのは古河保健所の-1.28ppb/年、次いで竜ヶ崎保健所の-0.94ppb/年であり、首都圏に近い局ほど減少率が大きくなっている。

NOx 濃度年平均値の経年変化(5年間移動平均)(図 22.b)においても同様の傾向がみられる。

3.1.15 NMHC 濃度年平均値(図 23.a, b)

NMHC 濃度年平均値の経年変化(図 23.a)は、1982~1995年度にかけては横ばいから微減傾向であった。1996年度からNMHC濃度の高い古河保健所と竜ヶ崎保健所の測定が開始されたため、5局平均値が不連続になっている。1996年度以降は減少傾向となっている。

NMHC 濃度年平均値の経年変化(5年間移動平均)(図 23.b)においても同様の傾向がみられる。

3.2 経月変動・季節変動の特性

3.2.1 Ox 濃度の季節的な特徴(図 10.a~c, 図 13.a~c)

1990年以降(1990~2007年度)のOx濃度月平均値の経月変動(図 10.a)の5局平均は、4・5月の大きなピークと9・10月の不明瞭な小さなショルダーが重なった変動パターンを示した。

最近5年間(2003~2007年度)の経月変動(図 10.c)は、1990年代前半(1990~1994年度)(図 10.b)と比較すると、4~10月を中心に大きくなってきており、近年夏季の光化学オキシダント生成が盛んなことが示唆された。局別では波崎太田が年間を通して高濃度するとともに10月のピークが大きく目立つようになってきているのが特徴的である。

1990年以降(1990~2007年度)の濃度60ppb以上の出現率の経月変動(図 13.a)の5局平均は4・5月の大きなピークと7・8月の小さなショルダーが重なった変動パターンを示した。

最近5年間(2003~2007年度)(図 13.c)の濃度60ppb以上の出現率の経月変動(図 13.b)を1990年代初頭(1990~1994年度)の5局平均と比較すると、春季の4~5月のピークが高くなっており、古

河保健所は首都圏とよく似たパターンへと変化している。夏季の7月のピークは大きく減少し、8月がやや増加して明瞭な小さなピークとなっているが、全般的に夏期の出現率は低下している。

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

1990 年以降 (1990~2007 年度) の SPM 月平均値の経月変動 (図 11.a) は、全局で 11~12 月の初冬期と 7 月の夏期に大きなピーク、4 月の春期に小さなピークがある。最近 5 年間 (2003~2007 年度) の経月変動 (図 11.c) では、全局で SPM 濃度が低下しており、特に 11~12 月の初冬期のピークが大きく低下し、6~8 月の夏季が最大となっている。1990 年代前半 (1990~1994 年度) の経月変動 (図 11.b) と比べると、大きなピークが無い、なだらかな変動パターンとなった。

1990 年以降 (1990~2007 年度) の SPM 濃度 $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上の出現率の経月変動 (図 14.a) は SPM 月平均値の経月変動と同様の傾向を示しているが、11~12 月の初冬期の減少が SPM 月平均値よりも顕著であり、特に首都圏に近い古河保健所や竜ヶ崎保健所で著しい。

3.2.3 NO_x 濃度の季節的な特徴 (図 12.a~c)

1990 年以降 (1990~2007 年度) の NO_x 月平均値の経月変動 (図 12.a) は、全局で 11~12 月を中心とする初冬期が最も高濃度で、5~8 月の夏期は低濃度であった。

最近 5 年間 (2003~2007 年度) の経月変動 (図 12.c) は、1990 年代初頭 (1990~1994 年度) (図 12.b) と比較すると 11~12 月の初冬期を中心に濃度が大きく低下してきている。自動車を中心とした発生源対策の効果によって排出量が低下したものと考えられる。

3.2.4 PO 濃度の季節的な特徴 (図 21.a~c)

1990 年以降 (1990~2007 年度) の PO 濃度月平均値の経月変動 (図 21.a) は、4・5 月に大きなピークのある変動パターンを示した。

最近 5 年間 (2003~2007 年度) の経月変動 (図 21.c) は、1990 年代前半 (1990~1994 年度) (図 21.b) と比較すると、春季から夏季を中心に、濃度が増加しており、局別では波崎太田で 10 月のピークが大きく目立つようになってきているのが特徴的である。11~12 月の冬季の濃度が低下しており、主に NO₂ 濃度の低下によるものと思われる。

4. まとめと今後の課題

(1) O_x 濃度年平均値の経年変化

O_x 濃度の年平均値において 1980 年頃から続く増加傾向は近年緩やかになってきているが、県北地域の北茨城中郷は 1995 年頃を境にそれまでの増加傾向からわずかに減少傾向に転じている。

(2) 高濃度 O_x の発生状況

O_x 濃度の年最大値については 1980 年度頃から増加傾向が続いているが、2000 年頃を境に減少傾向を示している。県西地域の古河保健所は 1983 年頃から 150ppb 前後の高い濃度で推移しており、他は近年横ばいから減少傾向を示している。

(3) O_x 濃度ランク別出現時間数

全体として 0~19 ppb は 1981 年度から減少傾向であり、20~39 ppb は 2000 年度までは緩やかに減少傾向であったが、2001 年度以降は増加傾向である。40~59 ppb は 1980 年度以降増加傾向であり、特に波崎太田は近年急激な増加傾向を示している。60 ppb 以上については 2000 年度まで増加傾向であり 2002 年度まで一時的に減少したが、2003 年度以降は再び増加傾向である。

(4) O_x 濃度月平均値の経年変化

O_x 濃度月平均値は 1980 年頃から続く増加傾向は近年緩やかになってきている。年間を通して波崎

太田が高いが、7月8月は局間の差はほとんどない。北茨城中郷は1995～2007年度の変化率でみると全ての月平均値が減少傾向を示している。

(5) Ox 濃度 60 ppb 以上の月別出現率の経年変化

Ox 濃度 60ppb 以上の出現は 10～2 月ではまれで 2%未満である。3～9 月は 2000 年度まで増加傾向であったが、2001 年度以降は横ばいから減少傾向である。春季の 3～5 月は波崎太田が最も高く、6 月は各局あまり差が無く、夏季の 7～9 月は古河保健所が最も高い。

(6) ポテンシャルオゾン (PO) でみた年平均値の経年変化

PO 濃度年平均値において 1980 年頃から続く増加傾向は近年緩やかになってきているが、北茨城中郷のみは減少傾向を示している。PO 濃度の年平均値と Ox 濃度の年平均値とを比較すると、PO の方が局間のばらつきが小さくなっている。

(7) PO 濃度月平均値の経年変化

PO 濃度月平均値において 1980 年頃から続く増加傾向は近年緩やかになってきている。7～8 月のみ Ox 濃度と比べて局間のばらつきが大きい、他の月は Ox 濃度よりも局間のばらつきが小さい。1990～2007 年度の期間平均値は、6 月～8 月は古河保健所、他の月は波崎太田が最も高い。

(8) SPM 濃度年平均値及び SPM 濃度 2%除外値の経年変化

SPM 濃度年平均値は 1986 年度頃から減少傾向となっており、自動車 NOx・PM 法及び首都圏におけるディーゼル車走行規制等の効果が現れていると考えられる。SPM 濃度 2%除外値は 1990 年度頃から減少傾向となっているが、年度ごと、局ごとの変動が大きい。SPM 濃度年平均値、SPM 濃度 2%除外値ともに近年減少率が大きくなっているが、SPM 濃度 2%除外値の方がより急激に減少している。

(9) 高濃度 SPM の発生状況

SPM 高濃度(100 μ g/m³ 以上)も 1990 年度頃から減少傾向となっており、SPM 高濃度(100 μ g/m³ 以上)出現率は 0%に近づき、5 局とも 1%未満、時間数にして 19～51 時間となっている。

(10) SPM 濃度月平均値の経年変化

SPM 濃度月平均値は 1990 年度頃から減少傾向であり、冬季に大きく減少した結果、近年は夏季の SPM 濃度ほうが冬季より高くなっている。

(11) SPM 濃度 100 μ g/m³ 以上の月別出現率の経年変化

SPM 濃度 100 μ g/m³ 以上の月別時間率は 1990 年度頃から減少傾向であり、冬季に大きく減少した結果、近年は夏季の 100 μ g/m³ 以上の月別時間率が冬季より高くなっている。

(12) NOx 濃度年平均値の経年変化

NOx 濃度年平均値は、1982～1996 年度にかけて増加傾向であったが、1997 年度からは減少傾向が続いており、特に 2005 年度からは急激に減少している。SPM と同様に自動車 NOx・PM 法及び首都圏におけるディーゼル車走行規制等の効果が現れていると考えられ、首都圏に近い局ほど減少率が大きくなっている。

(13) NMHC 濃度年平均値の経年変化

NMHC 濃度年平均値は、1982～1995 年度にかけては横ばいから微減傾向であった。1996 年度以降は明らかに減少傾向となっている。

(14) Ox 濃度の経月変動パターン

1990 年以降 (1990～2007 年度) の Ox 濃度月平均値の経月変動は、4・5 月の大きなピークと 9・10 月の不明瞭な小さなショルダーが重なった変動パターンを示した。最近 5 年間 (2003～2007 年度) と 1990 年代前半 (1990～1994 年度) とを比較すると、4～10 月を中心に大きくなってきており、近年夏季の光化学オキシダント生成が盛んなことが示唆された。

(15) SPM 濃度の経月変動パターン

1990 年以降 (1990～2007 年度) の SPM 月平均値の経月変動は、全局で 11～12 月の初冬期と 7 月の夏期に大きなピーク、4 月の春期に小さなピークがある。最近 5 年間 (2003～2007 年度) では、

特に 11~12 月の初冬期のピークが大きく低下し、6~8 月の夏季が最大となり、大きなピークが無い、なだらかな変動パターンとなった。

(16) NO_x 濃度の経月変動パターン

1990 年以降（1990~2007 年度）の NO_x 月平均値は、11~12 月を中心とする初冬期が最も高濃度で、5~8 月の夏期は低濃度であった。最近 5 年間（2003~2007 年度）と 1990 年代初頭（1990~1994 年度）とを比較すると、11~12 月の初冬期を中心に濃度が大きく低下しており、自動車を中心とした発生源対策の効果によって排出量が低下したものと考えられる。

(17) PO 濃度の経月変動パターン

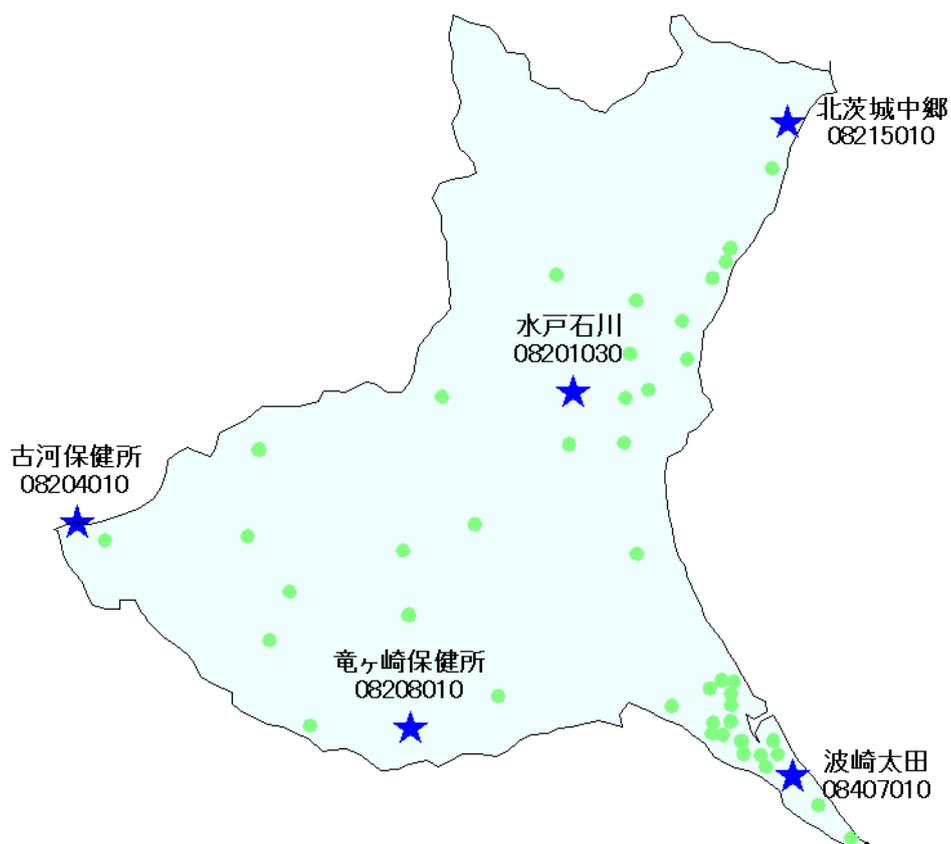
1990 年以降（1990~2007 年度）の PO 濃度月平均値は、4・5 月に大きなピークのある変動パターンを示した。最近 5 年間（2003~2007 年度）と 1990 年代前半（1990~1994 年度）とを比較すると、春季から夏季を中心に増加している。11~12 月の冬季の濃度は低下しており、主に NO₂ 濃度の低下によるものと思われる。

今後の課題

O_xについては全常時監視局で環境基準未達成であり、O_xの増加率が緩やかとなってきているものの、40ppb 以上の出現時間が増加を続けているなど、環境基準を超えやすい状況が続いていると考えられる。また、O_x が春季に高くなる傾向は変わっていないが、近年は夏季に高濃度出現率が高くなる局が減少など、高濃度出現パターンにも変化が見られる。これら高濃度化要因の解明には各物質濃度の解析を深めるとともに、関東甲信静地域全体の広域的な変動解析が必要であると考えられる。

SPMについては、今回の解析により全県的に改善傾向にあることがより明確になったが、O_xの生成と関係の深い微小粒子の二次生成との関係について検討を加えていくことが必要であると考えられる。

[執筆者：森田 陽一（茨城県霞ヶ浦環境科学センター）]



選定 5 局の属性情報

表 1.a 08201030 水戸石川

住所	水戸市石川 1-4043-8
位置	北緯 36 度 23 分 31 秒, 東経 140 度 25 分 35 秒
地勢・気候	那珂川の南側に広がる台地上, 標高 35m 2008 年の平均気温 13.9℃, 年間降水量 1181mm
交通	国道 50 号線から約 370m
用途地域	住居地域
周辺状況	市中心部から離れた住宅地
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	1982 年 3 月
O _x のデータ解析期間	1982～2007 年度
O _x の測定方法* ¹	O _x W
SPM のデータ解析期間	1987～2007 年度
SPM の測定方法* ²	SPMB
NO _x のデータ解析期間	1982～2007 年度
NO _x の測定方法* ³	NO _x
NMHC のデータ解析期間	1982～2007 年度
NMHC の測定方法* ⁴	HC1
備考	

*1 : O_x は吸光光度法向流吸収管自動洗浄装置なし、O_xWは吸光光度法向流吸収管自動洗浄装置付き、O₃UV は紫外線吸収法を示す。

*2 : SPM は光散乱法、SPMB はβ線吸収法、SPMP は圧電天秤法、SPMF はフィルター振動法、SPML はローボリウムエアサンプラーを示す。

*3 : NO_x は湿式（吸光光度法）、NO_xCL は乾式（化学発光法）を示す。

*4 : HC1 は全炭化水素・非メタン炭化水素・メタン（直接法）、HC2 は全炭化水素・非メタン炭化水素・メタン（差量法、プロパン換算有）、HC3 は全炭化水素・非メタン炭化水素・メタン（差量法、プロパン換算無）を示す。

表 1.b 08204010 古河保健所

住所	古河市北町 6-22
位置	北緯 36 度 12 分 14 秒, 東経 139 度 42 分 56 秒
地勢・気候	関東平野の中央付近の平坦地, 標高 19m 2008 年の平均気温 14.9℃, 年間降水量 1365mm
交通	国道 4 号線から約 210m
用途地域	住居地域
周辺状況	市中心部に近い住宅地
周辺状況の変化	特になし
測定局移設状況	1974 年 4 月 (同一敷地内)
測定局設置年月	1973 年 4 月
Ox のデータ解析期間	1976~1978, 1979~2007 年度
Ox の測定方法* ¹	OxW
SPM のデータ解析期間	1982~2007 年度
SPM の測定方法* ²	SPMB
NOx のデータ解析期間	1976~2007 年度
NOx の測定方法* ³	2007 年 NOx→NOxCL
NMHC のデータ解析期間	1996~2007 年度
NMHC の測定方法* ⁴	HC1
備考	

*1 : Ox は吸光光度法向流吸尿管自動洗浄装置なし、OxWは吸光光度法向流吸尿管自動洗浄装置付き、O₃UV は紫外線吸収法を示す。

*2 : SPM は光散乱法、SPMB はβ線吸収法、SPMP は圧電天秤法、SPMF はフィルター振動法、SPML はローボリウムエアサンプラーを示す。

*3 : NOx は湿式 (吸光光度法)、NOxCL は乾式 (化学発光法) を示す。

*4 : HC1 は全炭化水素・非メタン炭化水素・メタン (直接法)、HC2 は全炭化水素・非メタン炭化水素・メタン (差量法、プロパン換算有)、HC3 は全炭化水素・非メタン炭化水素・メタン (差量法、プロパン換算無) を示す。

表 1.c 08208010 竜ヶ崎保健所

住所	龍ヶ崎市光順田 2983-1
位置	北緯 35 度 54 分 27 秒，東経 140 度 11 分 36 秒
地勢・気候	関東平野の東坳り，利根川の北側約 6km の平坦地，標高 5m 2008 年の平均気温 14.3℃，年間降水量 1267.5mm
交通	主要地方道県道 5 号竜ヶ崎潮来線から約 60m
用途地域	住居地域
周辺状況	市中心部に近い住宅地
周辺状況の変化	特になし
測定局移設状況	1979 年 6 月（同一敷地内）
測定局設置年月	1972 年 7 月
Ox のデータ解析期間	1976～2007 年度
Ox の測定方法* ¹	2006 年 3 月 OxW→O ₃ UV
SPM のデータ解析期間	1987～2007 年度
SPM の測定方法* ²	SPMB
NOx のデータ解析期間	1976～2007 年度
NOx の測定方法* ³	NOxCL
NMHC のデータ解析期間	1996～2007 年度
NMHC の測定方法* ⁴	HC1
備考	

*1：Ox は吸光光度法向流吸尿管自動洗浄装置なし、OxWは吸光光度法向流吸尿管自動洗浄装置付き、O₃UV は紫外線吸収法を示す。

*2：SPM は光散乱法、SPMB はβ線吸収法、SPMP は圧電天秤法、SPMF はフィルター振動法、SPML はローボリウムエアサンプラーを示す。

*3：NOx は湿式（吸光光度法）、NOxCL は乾式（化学発光法）を示す。

*4：HC1 は全炭化水素・非メタン炭化水素・メタン（直接法）、HC2 は全炭化水素・非メタン炭化水素・メタン（差量法、プロパン換算有）、HC3 は全炭化水素・非メタン炭化水素・メタン（差量法、プロパン換算無）を示す。

表 1.d 08215010 北茨城中郷

住所	北茨城市中郷町上桜井 53-5
位置	北緯 36 度 46 分 52 秒, 東経 140 度 44 分 1 秒
地勢・気候	数 km 後背に多賀山地が迫る大北川河口の平坦地, 標高 5m 2008 年の平均気温 13.3℃, 年間降水量 1377mm
交通	国道 6 号線から約 750m
用途地域	未指定
周辺状況	市中心部から離れた住宅地
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	1982 年 3 月
Ox のデータ解析期間	1982～2007 年度
Ox の測定方法* ¹	OxW
SPM のデータ解析期間	1987～2007 年度
SPM の測定方法* ²	SPMB
NOx のデータ解析期間	1982～2007 年度
NOx の測定方法* ³	NOx
NMHC のデータ解析期間	
NMHC の測定方法* ⁴	
備考	

*1 : Ox は吸光光度法向流吸尿管自動洗浄装置なし、OxWは吸光光度法向流吸尿管自動洗浄装置付き、O₃UV は紫外線吸収法を示す。

*2 : SPM は光散乱法、SPMB はβ線吸収法、SPMP は圧電天秤法、SPMF はフィルター振動法、SPML はローボリウムエアサンプラーを示す。

*3 : NOx は湿式（吸光光度法）、NOxCL は乾式（化学発光法）を示す。

*4 : HC1 は全炭化水素・非メタン炭化水素・メタン（直接法）、HC2 は全炭化水素・非メタン炭化水素・メタン（差量法、プロパン換算有）、HC3 は全炭化水素・非メタン炭化水素・メタン（差量法、プロパン換算無）を示す。

表 1.e 08407010 波崎太田

住所	神栖市須田 2340-1
位置	北緯 35 度 50 分 18 秒, 東経 140 度 44 分 26 秒
地勢・気候	鹿島灘と利根川に挟まれた幅数 km の狭い低地, 標高 9m 2008 年の平均気温 14.4℃, 年間降水量 1422mm
交通	国道 124 号線から約 2.1km
用途地域	住居地域
周辺状況	工業団地に隣接する住宅地
周辺状況の変化	特になし
測定局移設状況	1979 年 4 月 (同一敷地内), 1999 年 7 月 (同一敷地内)
測定局設置年月	1973 年 4 月
Ox のデータ解析期間	1977~2007 年度
Ox の測定方法* ¹	2006 年 3 月 OxW→O ₃ UV
SPM のデータ解析期間	1984~2007 年度
SPM の測定方法* ²	SPMB
NOx のデータ解析期間	1977~2007 年度
NOx の測定方法* ³	NoxCL
NMHC のデータ解析期間	1977~2007 年度
NMHC の測定方法* ⁴	HC1
備考	

*1 : Ox は吸光度法向流吸尿管自動洗浄装置なし、OxWは吸光度法向流吸尿管自動洗浄装置付き、O₃UV は紫外線吸収法を示す。

*2 : SPM は光散乱法、SPMB はβ線吸収法、SPMP は圧電天秤法、SPMF はフィルター振動法、SPML はローボリウムエアサンプラーを示す。

*3 : NOx は湿式 (吸光度法)、NOxCL は乾式 (化学発光法) を示す。

*4 : HC1 は全炭化水素・非メタン炭化水素・メタン (直接法)、HC2 は全炭化水素・非メタン炭化水素・メタン (差量法、プロパン換算有)、HC3 は全炭化水素・非メタン炭化水素・メタン (差量法、プロパン換算無) を示す。

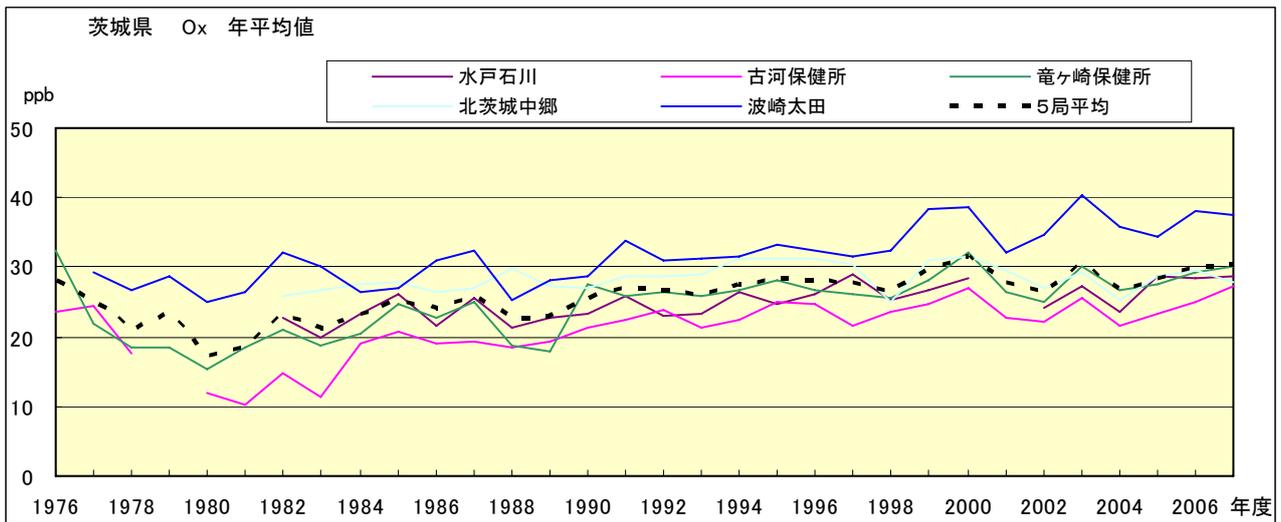


図 1.a O_x 濃度の年平均値経年変化

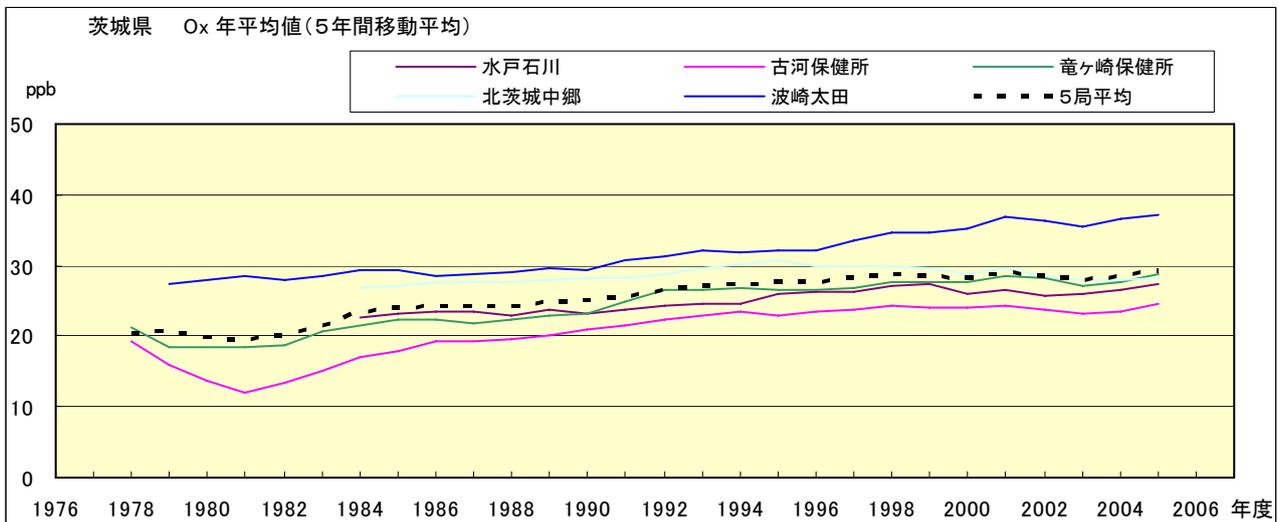


図 1.b O_x 濃度の年平均値経年変化(5年間移動平均)

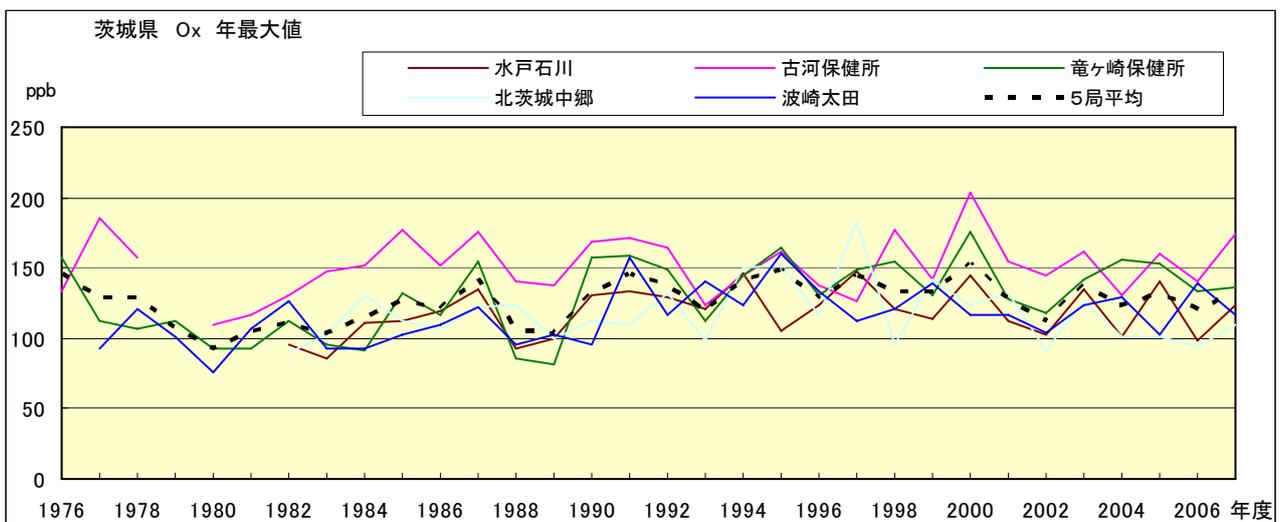


図 2.a O_x 濃度の年最大値経年変化

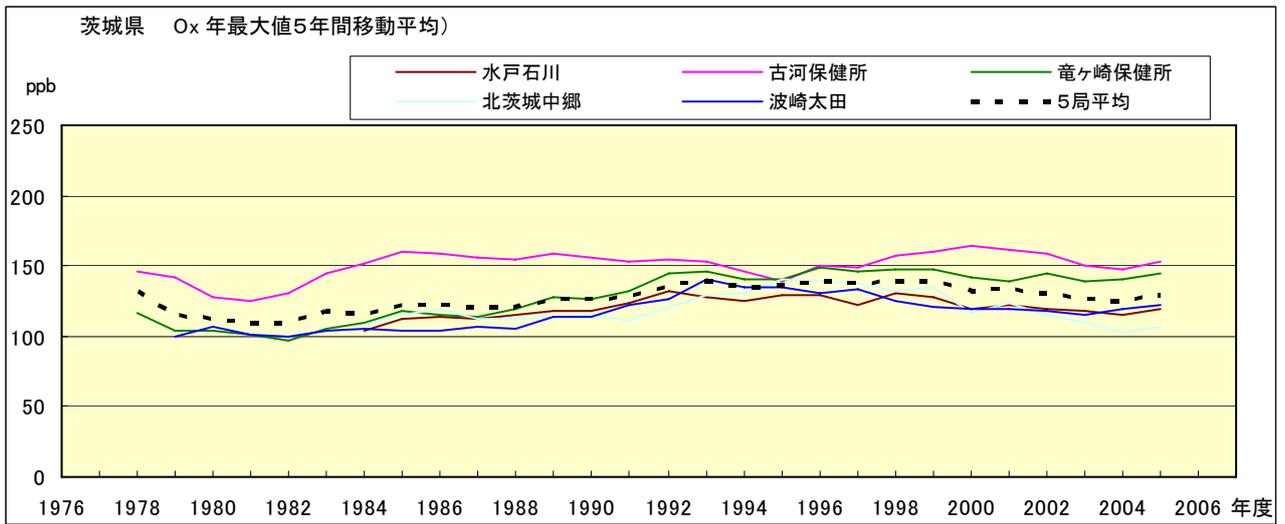


図 2.b Ox 濃度の年最大値経年変化(5 年間移動平均)

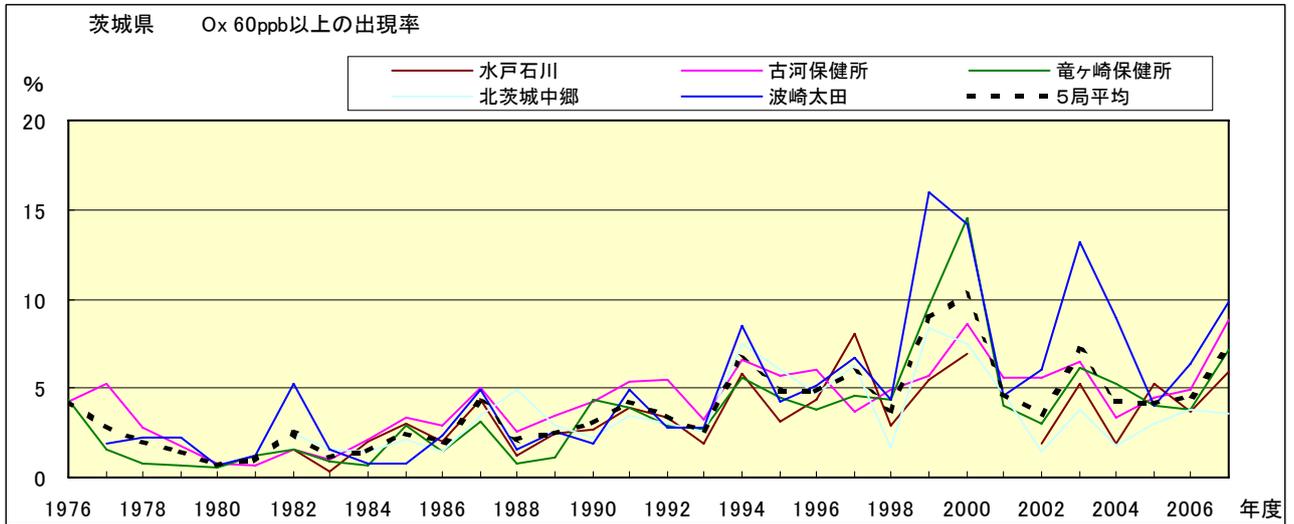


図 3.b Ox 60ppb 以上の出現率の経年変化

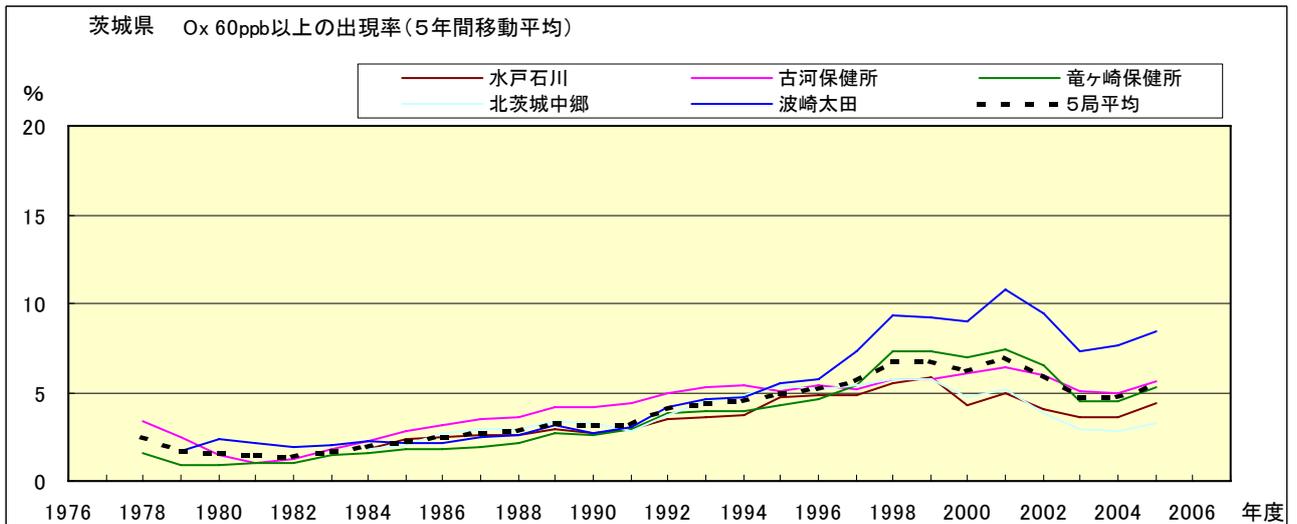


図 3.b' Ox 60ppb 以上の出現率の経年変化(5 年間移動平均)

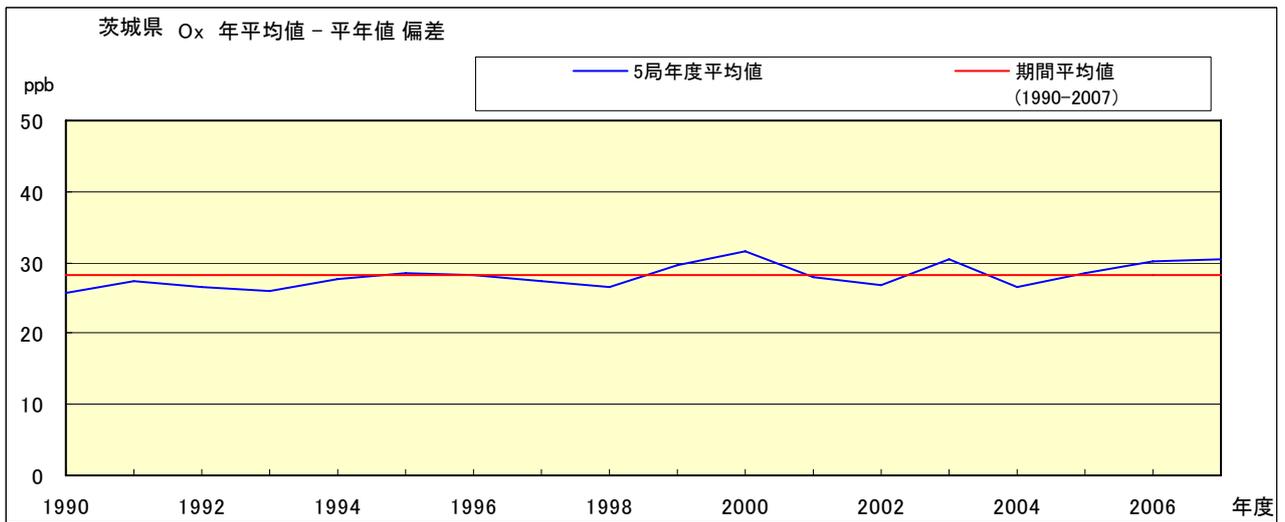


図 4 Ox 濃度の年度別平均値と平年値との偏差

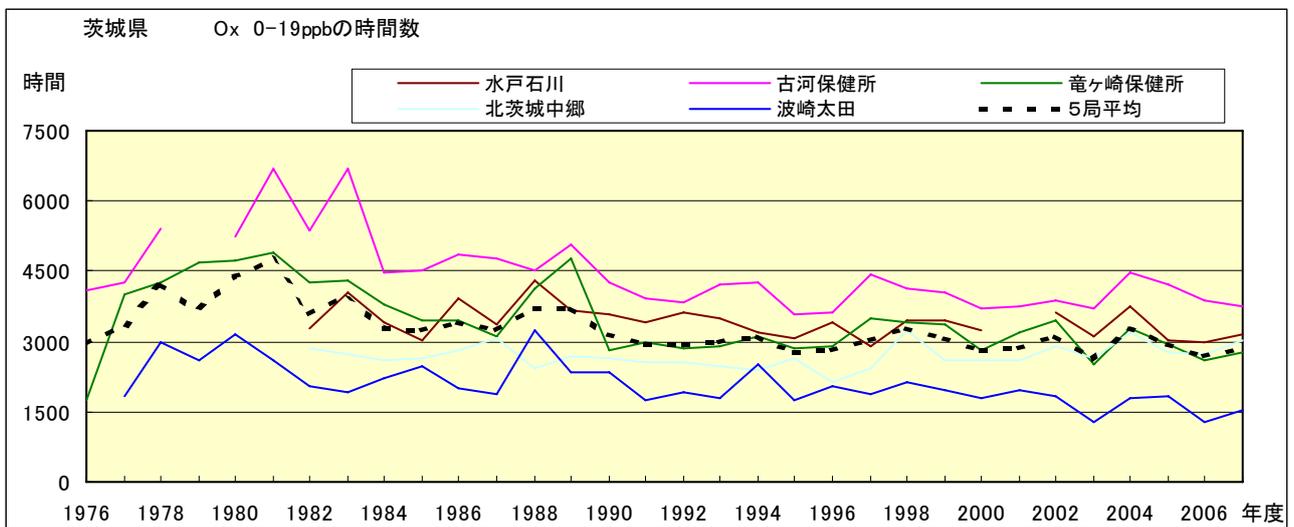


図 5.a Ox 濃度ランク別 (20ppb 毎) の時間数の経年変化 (0~19ppb)

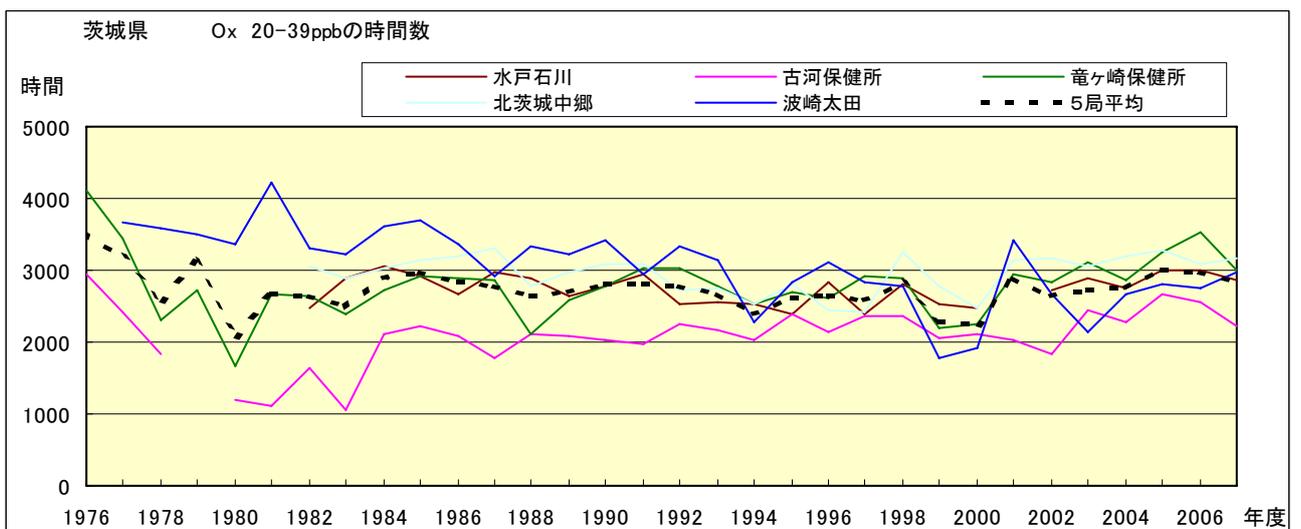


図 5.b Ox 濃度ランク別 (20ppb 毎) の時間数の経年変化 (20~39ppb)

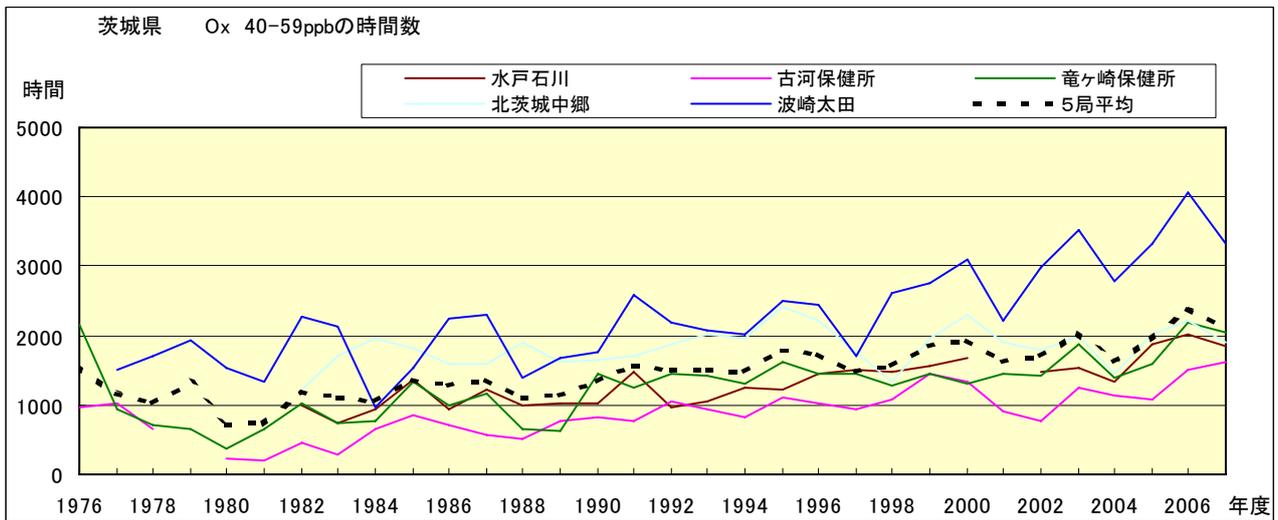


図 5.c Ox 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(40~59ppb)

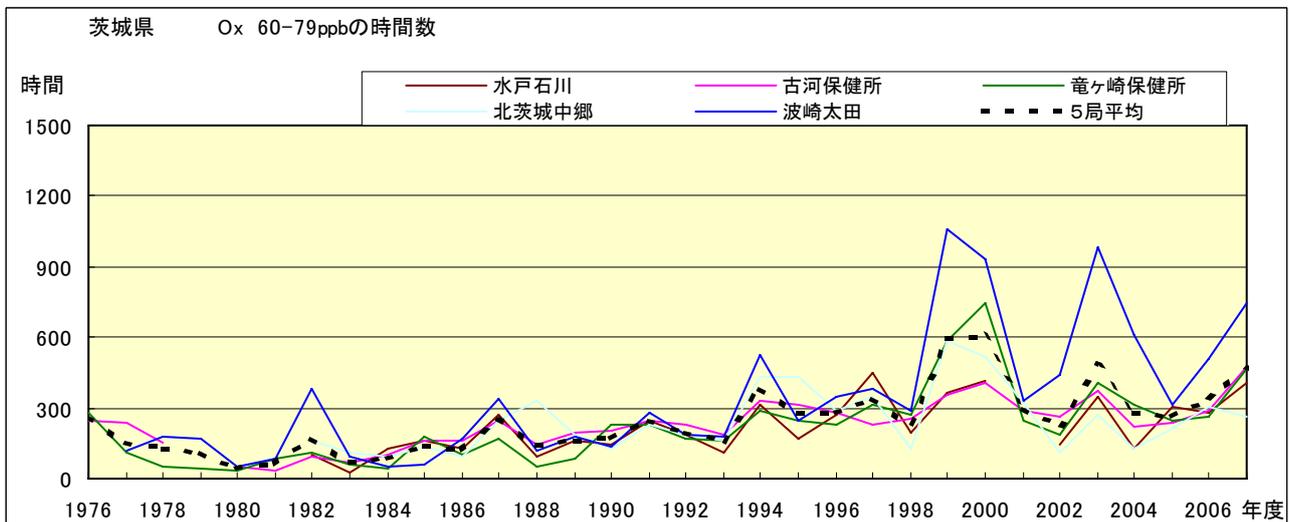


図 5.d Ox 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(60~79ppb)

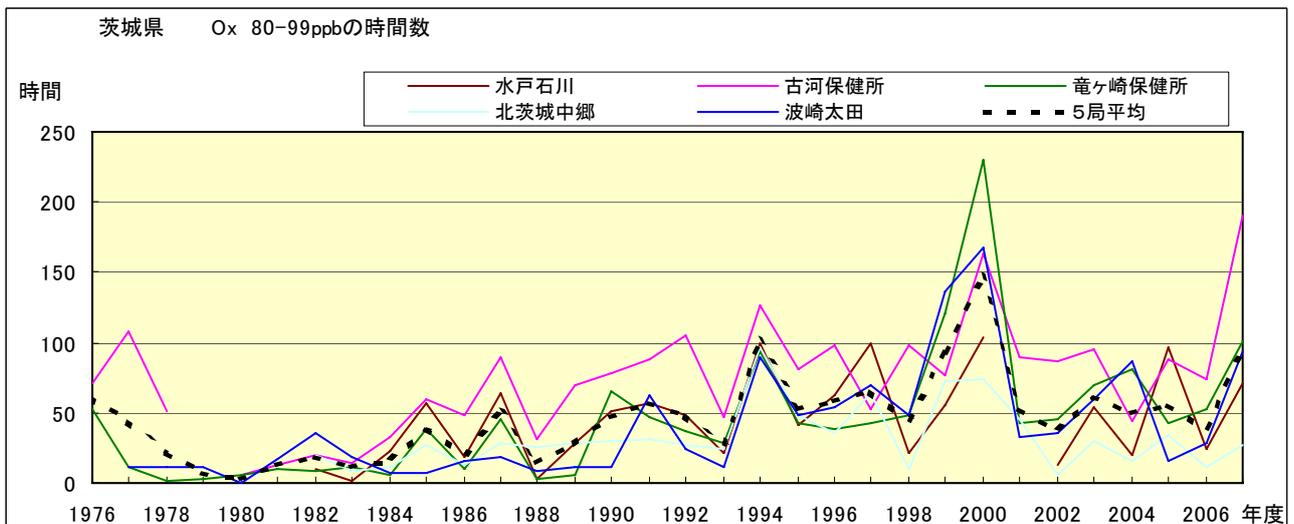


図 5.e Ox 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(80~99ppb)

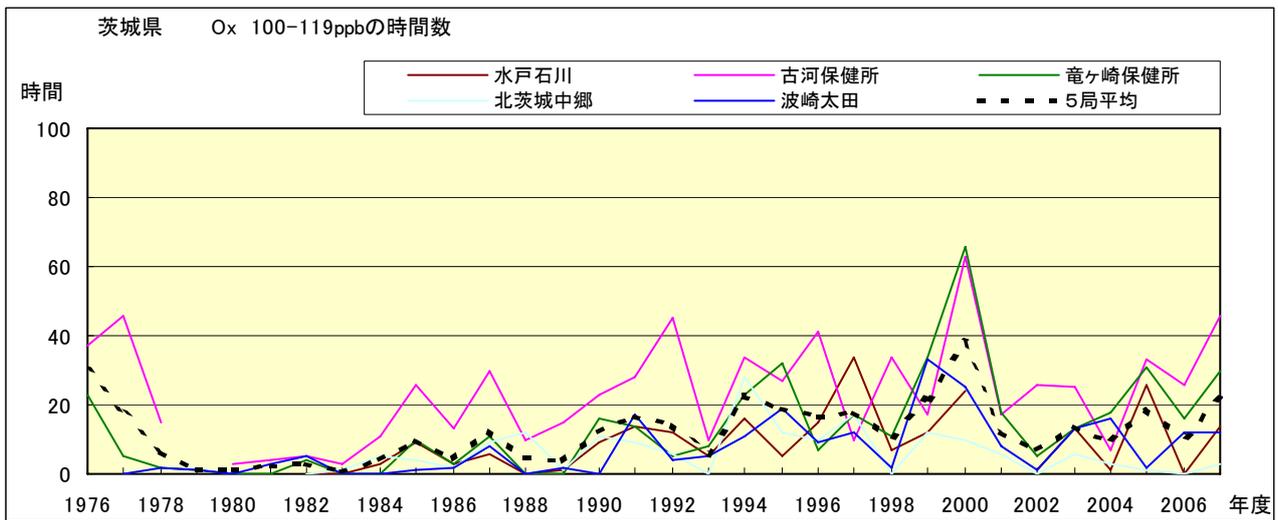


図 5.f Ox 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(100~119ppb)

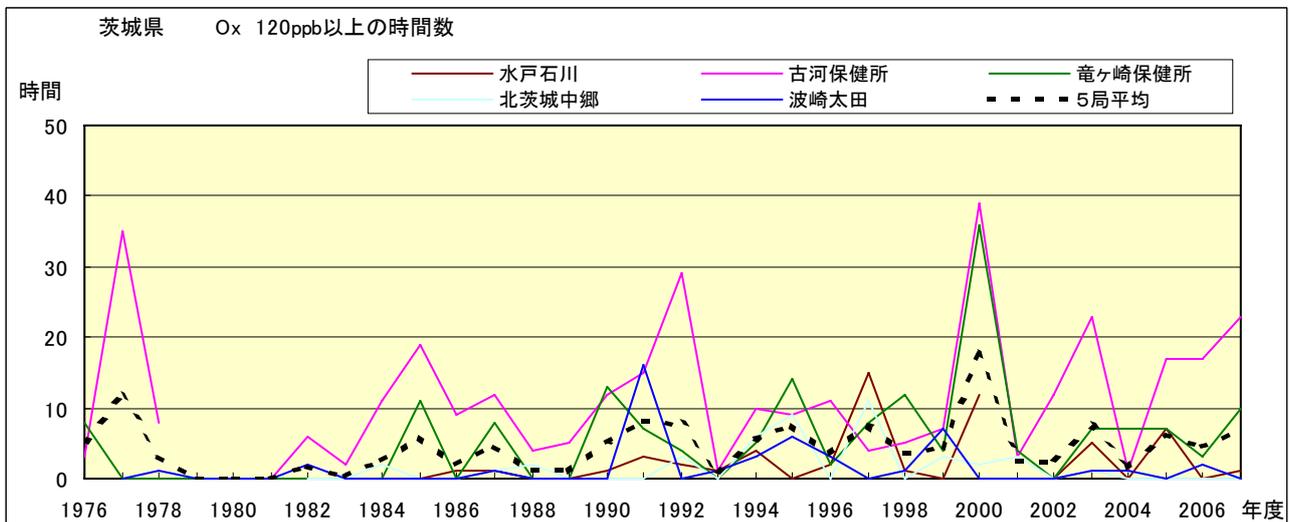


図 5.g Ox 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(120ppb 以上)

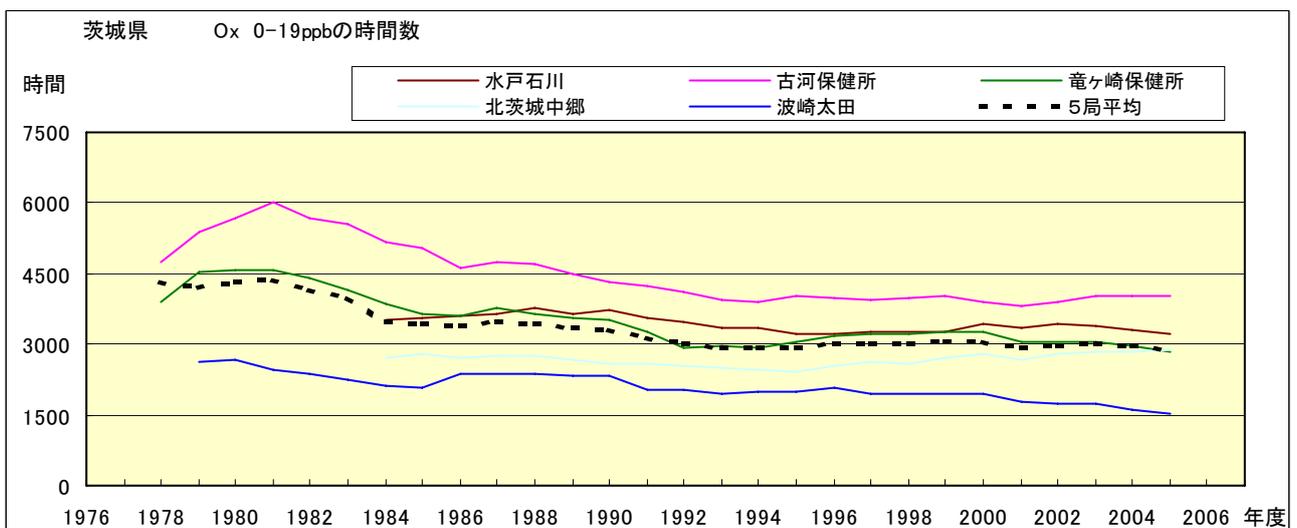


図 5.a' Ox 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(0~19ppb, 5年間移動平均)

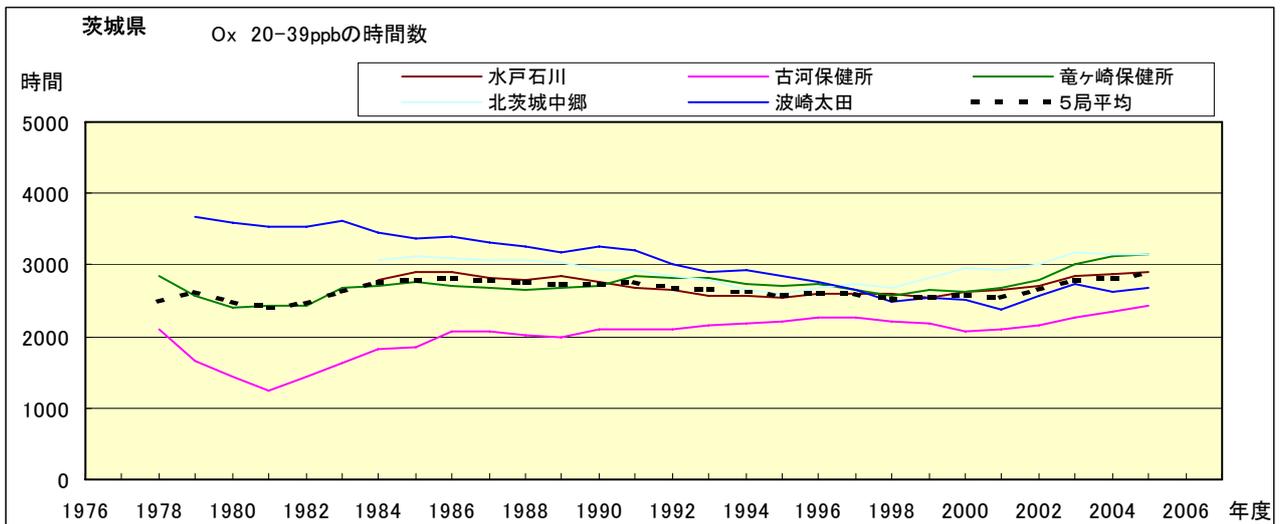


図 5.b' Ox 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(20~39ppb, 5 年間移動平均)

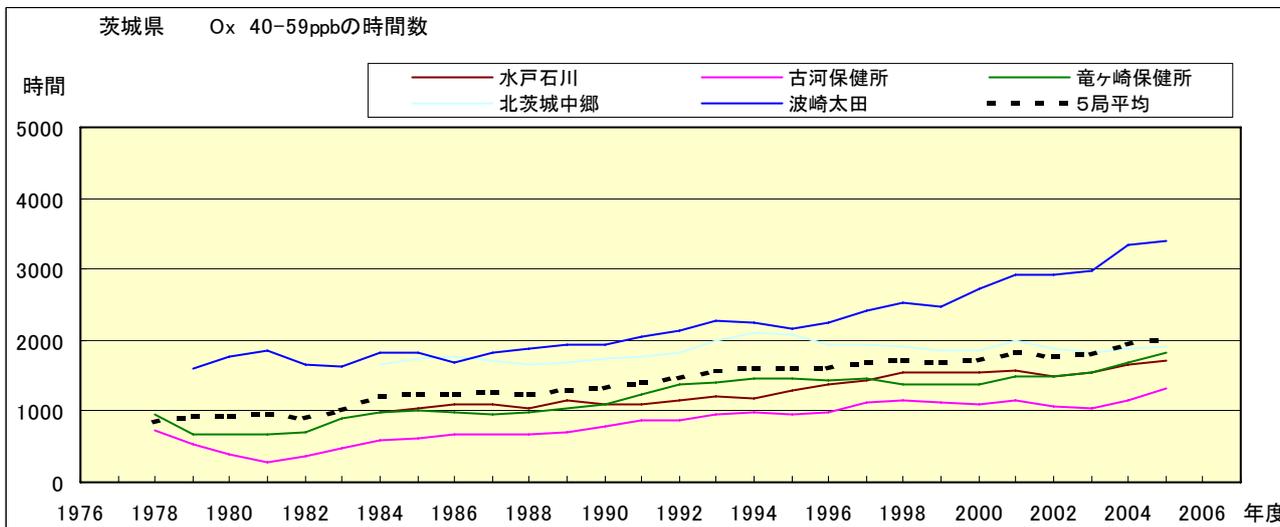


図 5.c' Ox 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(40~59ppb, 5 年間移動平均)

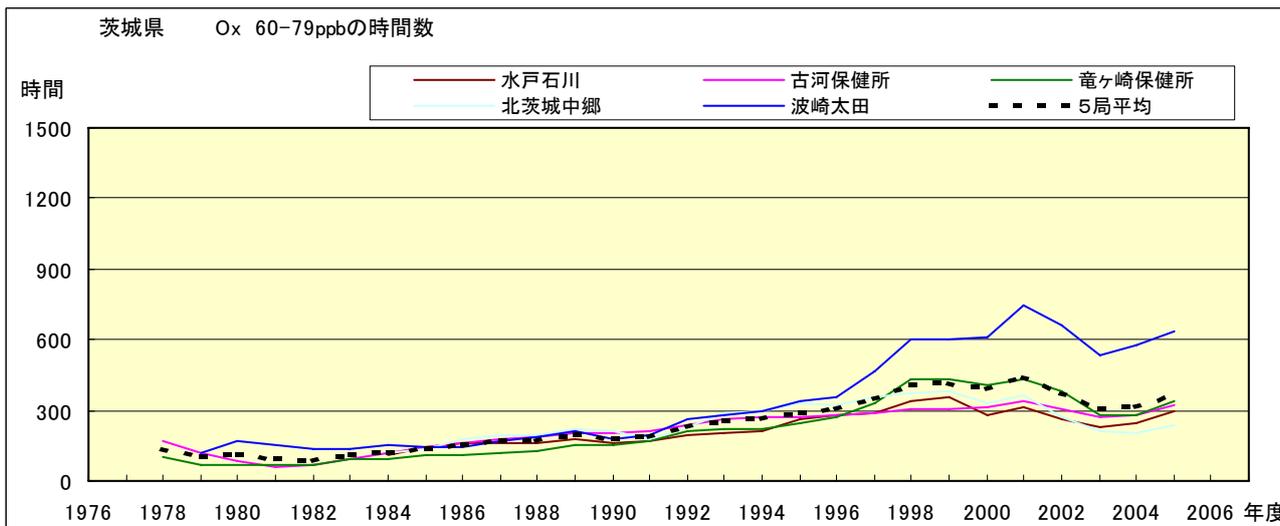


図 5.d' Ox 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(60~79ppb, 5 年間移動平均)

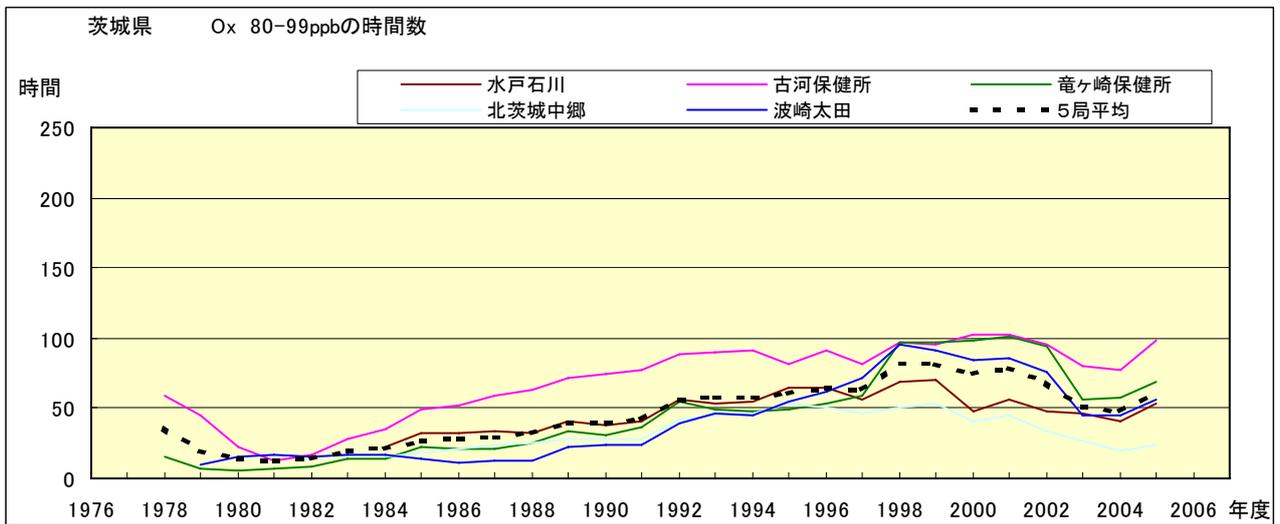


図 5.e' Ox 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(80~99ppb, 5 年間移動平均)

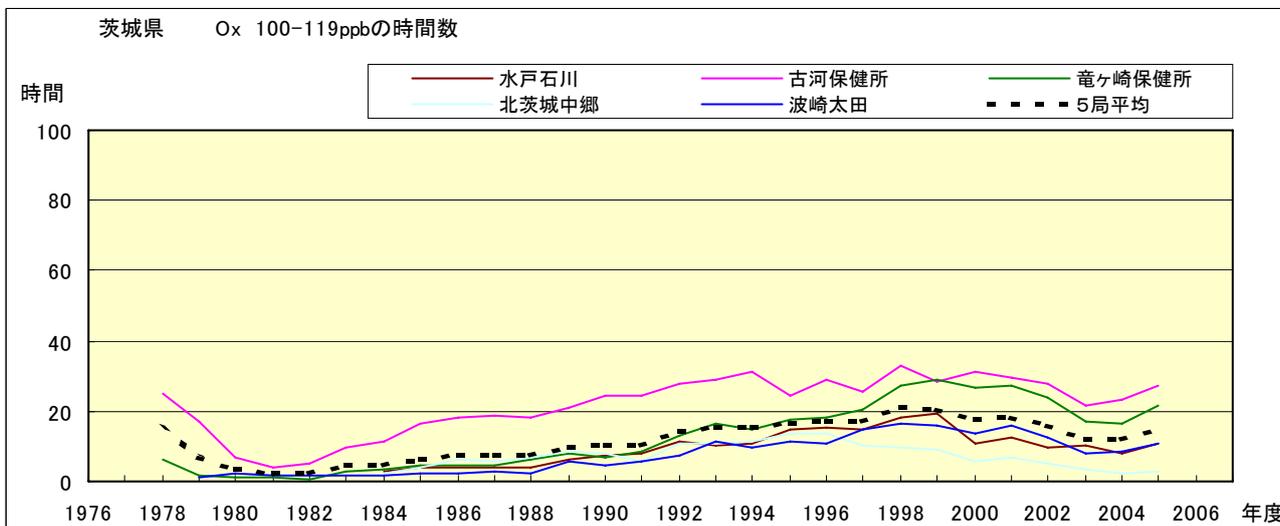


図 5.f' Ox 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(100~119ppb, 5 年間移動平均)

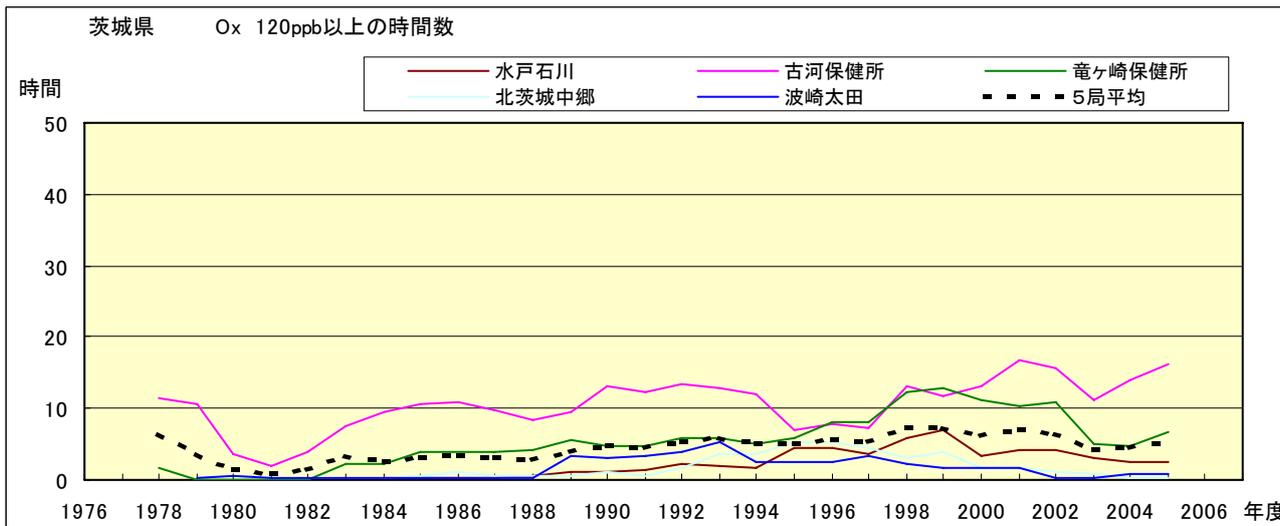


図 5.g' Ox 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(120ppb 以上, 5 年間移動平均)

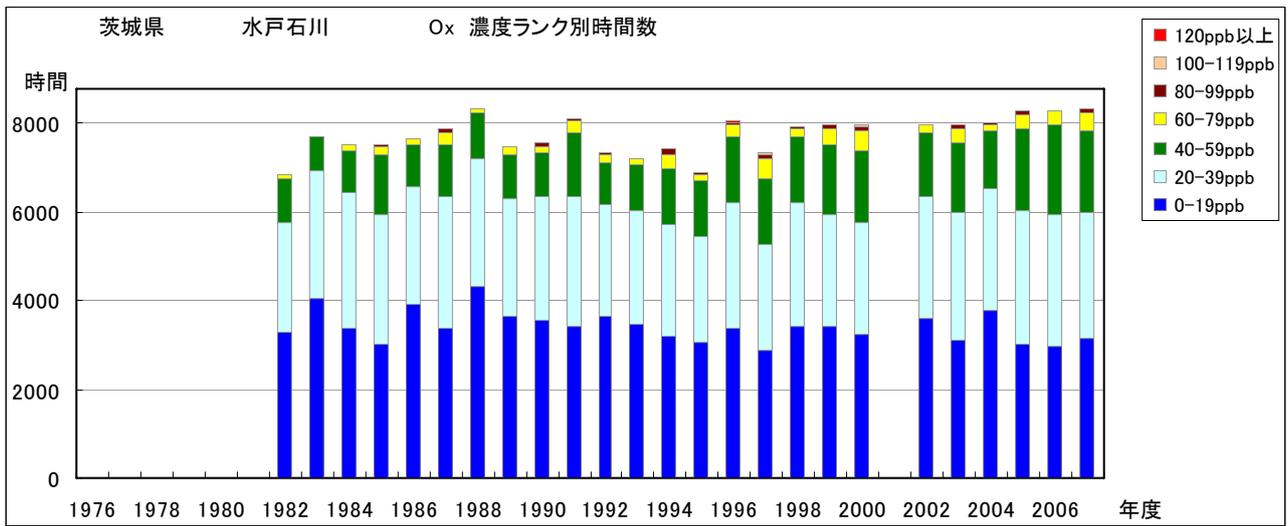


図 6.a Ox 濃度ランク別 (20ppb 毎) 時間数の経年変化 (水戸石川)

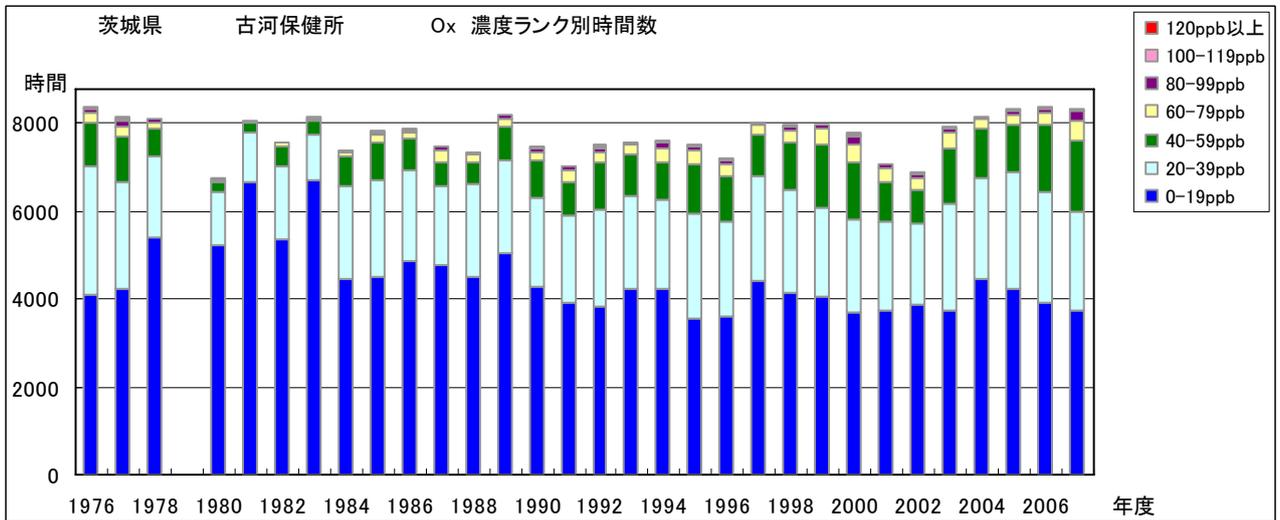


図 6.b Ox 濃度ランク別 (20ppb 毎) 時間数の経年変化 (古河保健所)

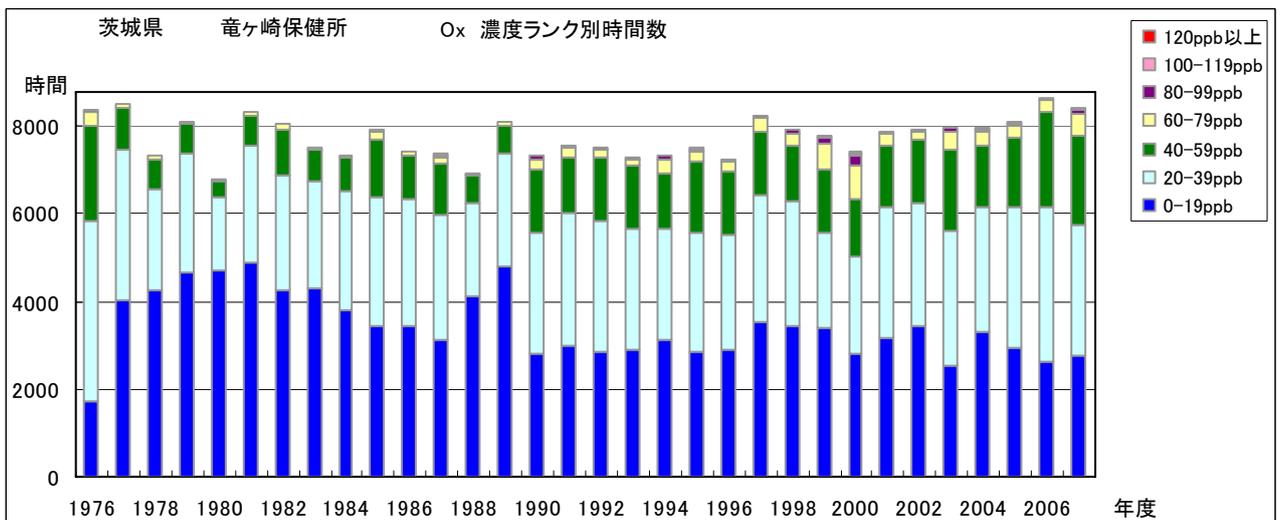


図 6.c Ox 濃度ランク別 (20ppb 毎) 時間数の経年変化 (竜ヶ崎保健所)

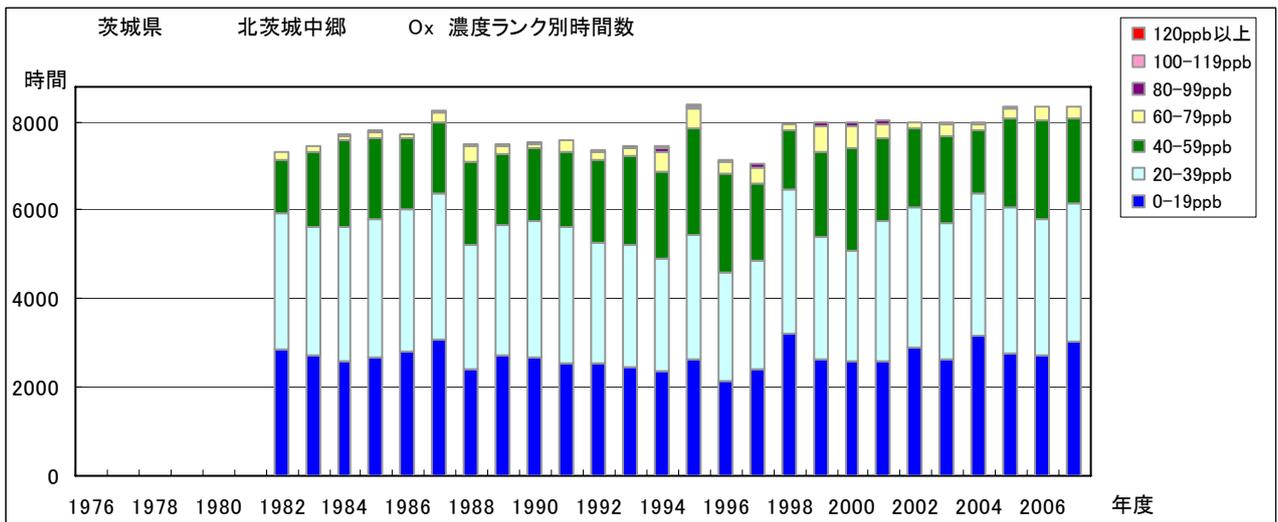


図 6.d O₃ 濃度ランク別(20ppb 毎)時間数の経年変化(北茨城中郷)

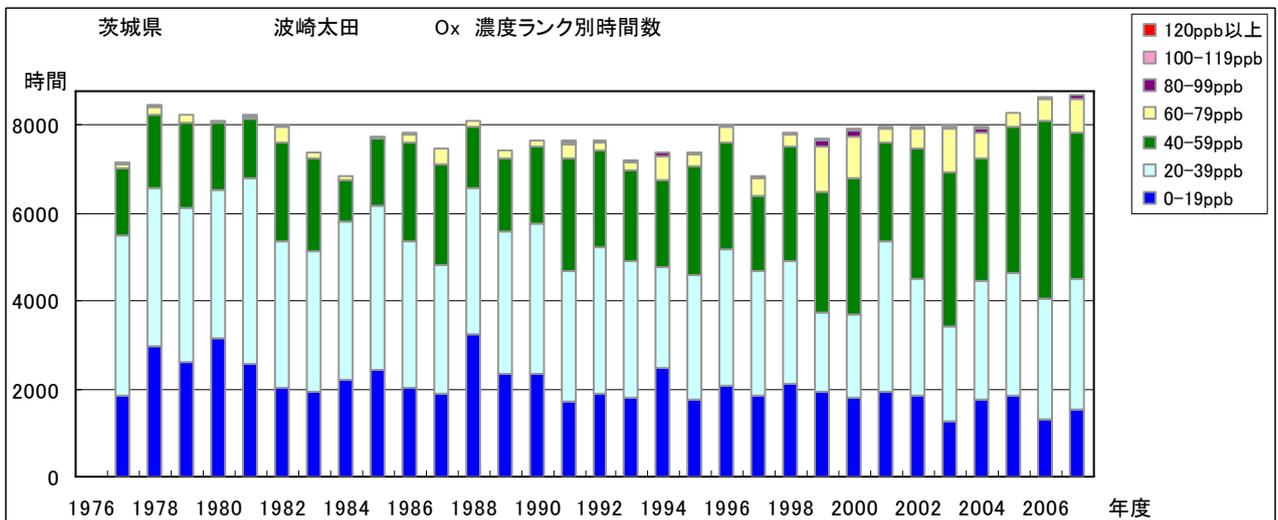


図 6.e O₃ 濃度ランク別(20ppb 毎)時間数の経年変化(波崎太田)

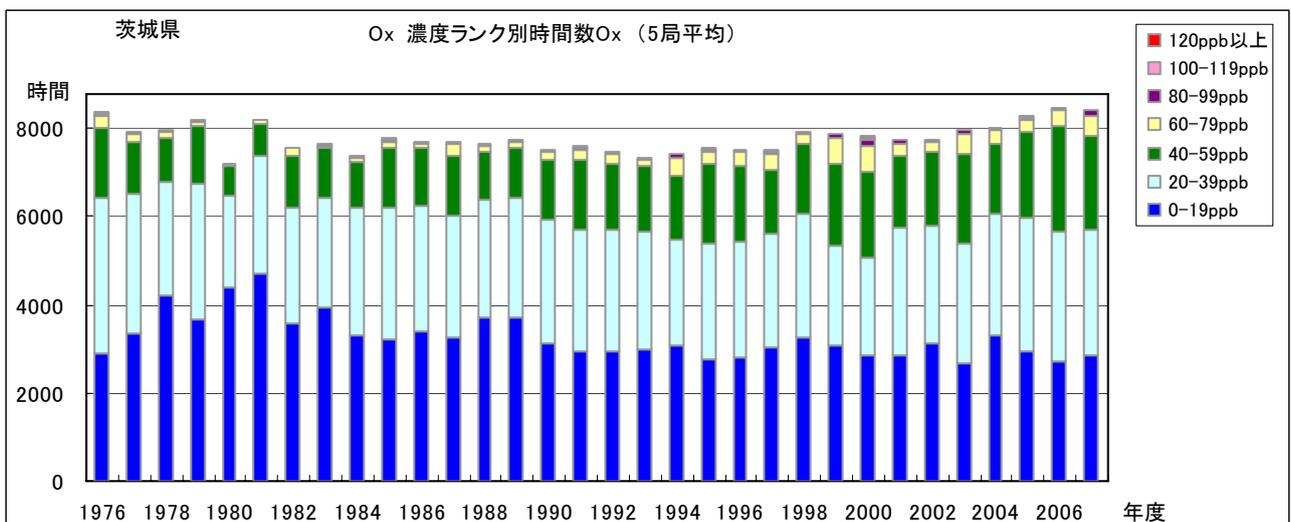


図 6.f O₃ 濃度ランク別(20ppb 毎)時間数の経年変化(5局平均)

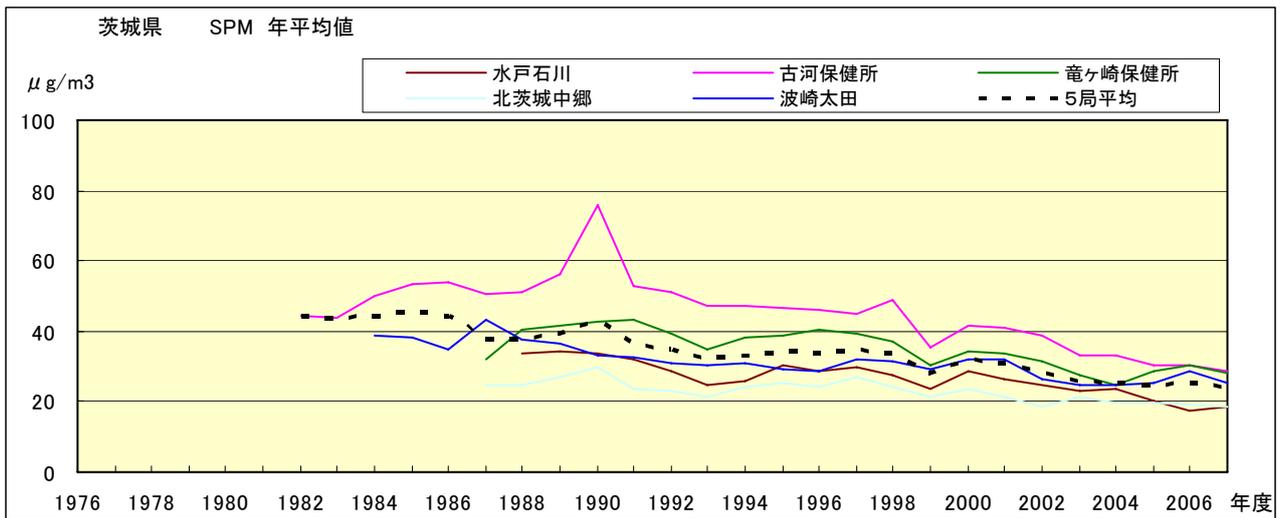


図 7.a SPM 濃度年平均値の経年変化

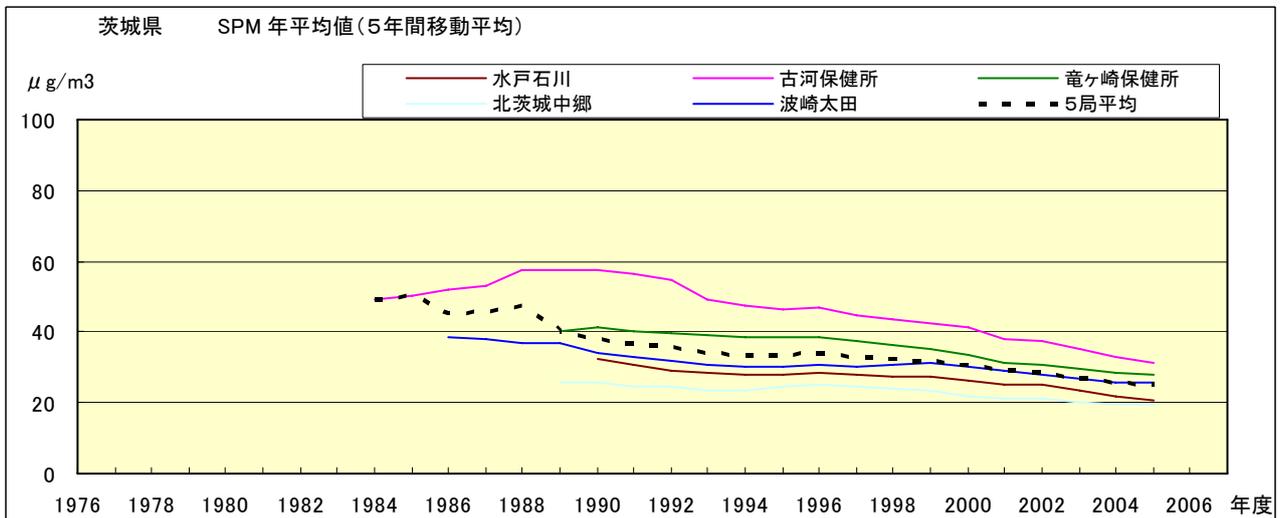


図 7.b SPM 濃度年平均値の経年変化(5年間移動平均)

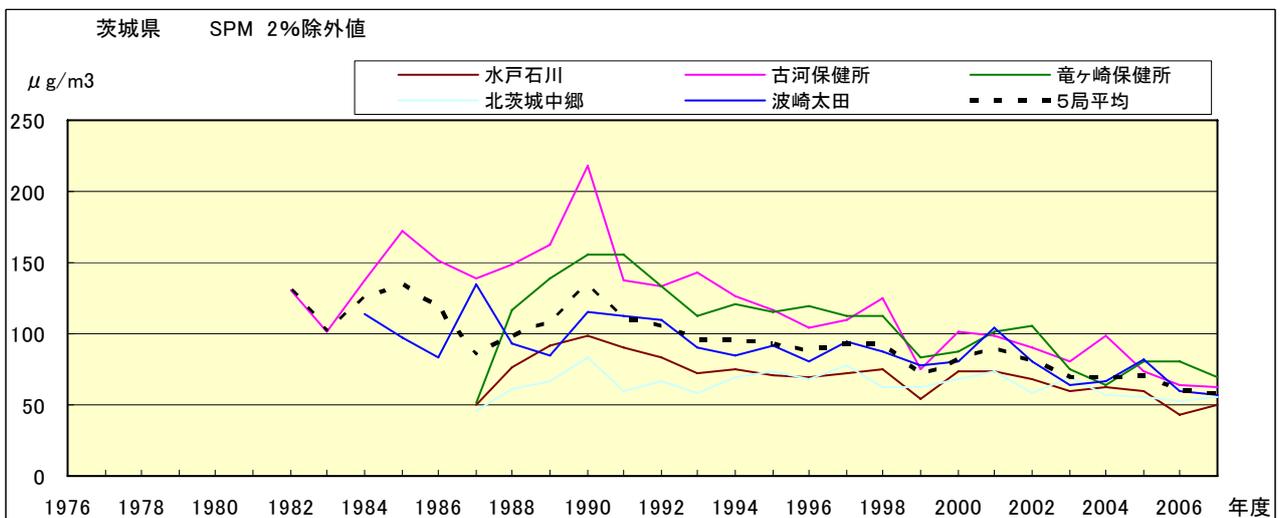


図 8.a SPM 濃度 2%除外値の経年変化

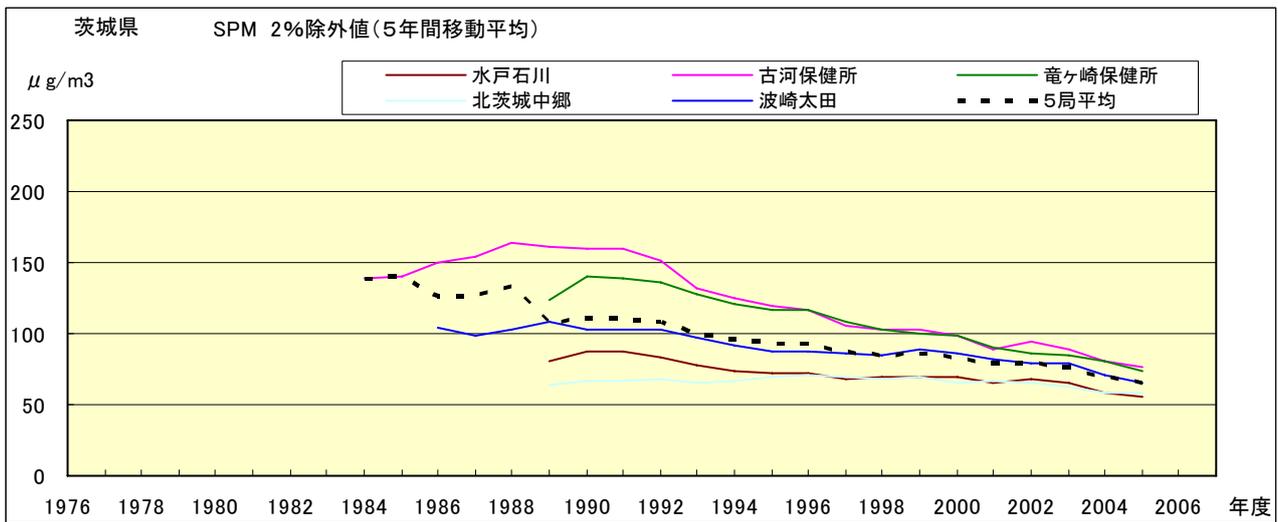


図 8.b SPM 濃度 2%除外値の経年変化(5年間移動平均)

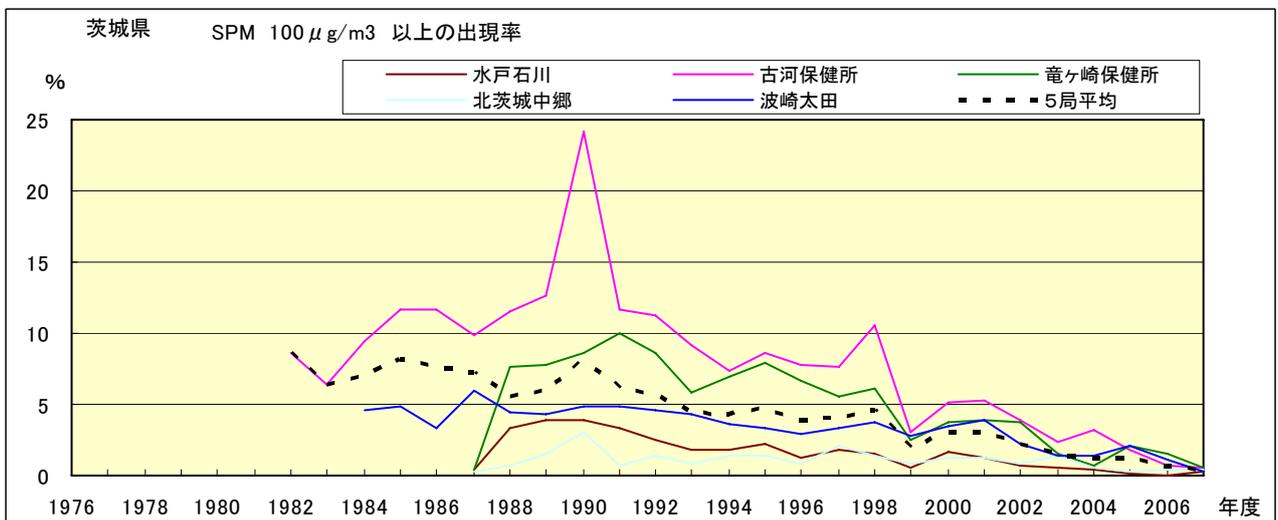


図 9.b SPM 濃度 100 μg/m³ 以上の出現率の経年変化

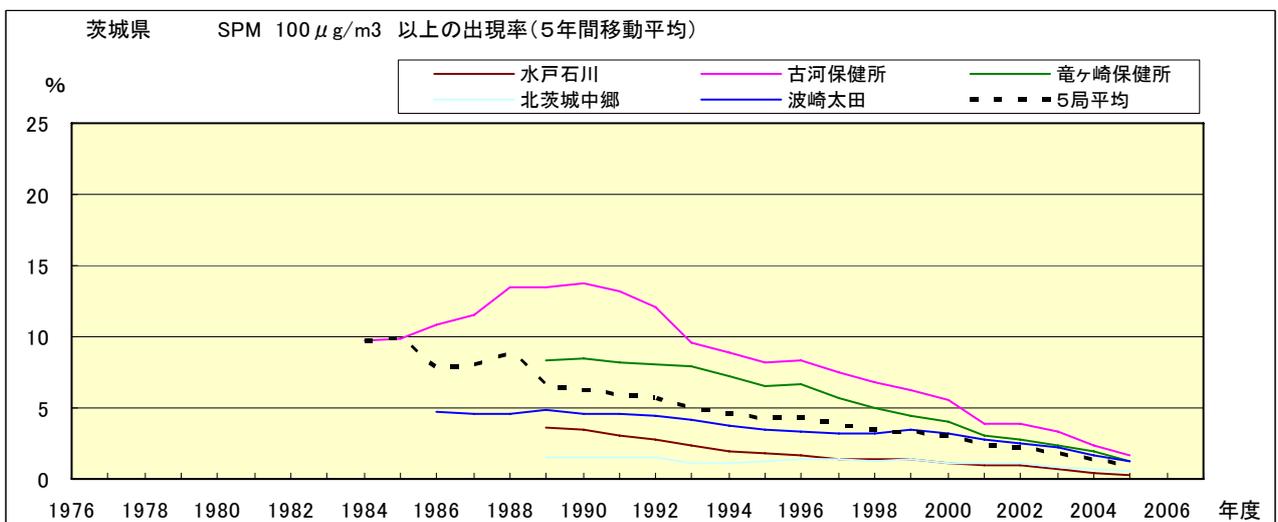


図 9.b' SPM 濃度 100 μg/m³ 以上の出現率の経年変化(5年間移動平均)

Ox 月平均値経月変動

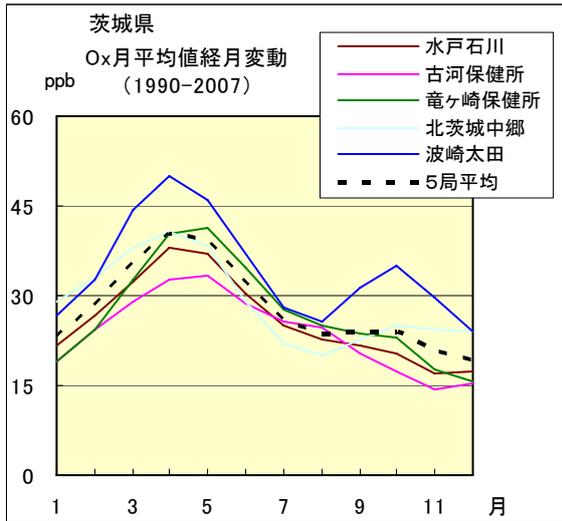


図 10.a 1990 年度～2007 年度

Ox 濃度 60ppb 以上の出現率の経月変動

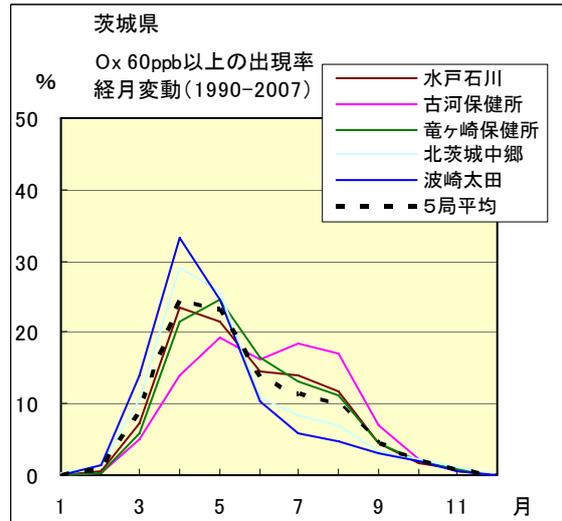


図 13.a 1990 年度～2007 年度

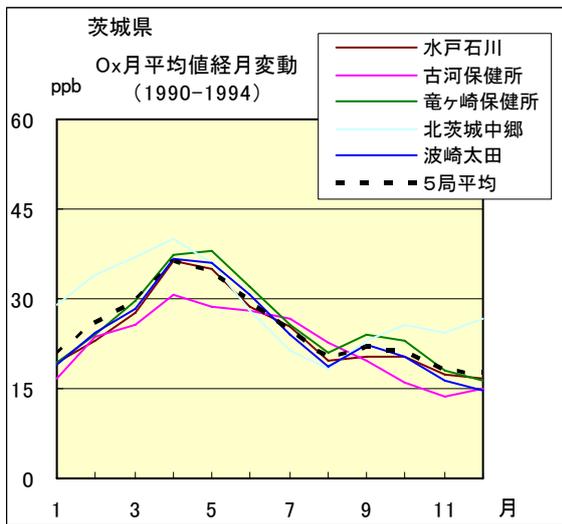


図 10.b 1990 年度～1994 年度

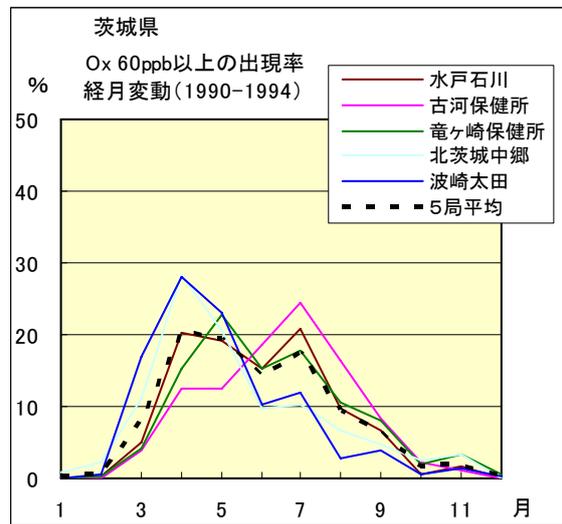


図 13.b 1990 年度～1994 年度

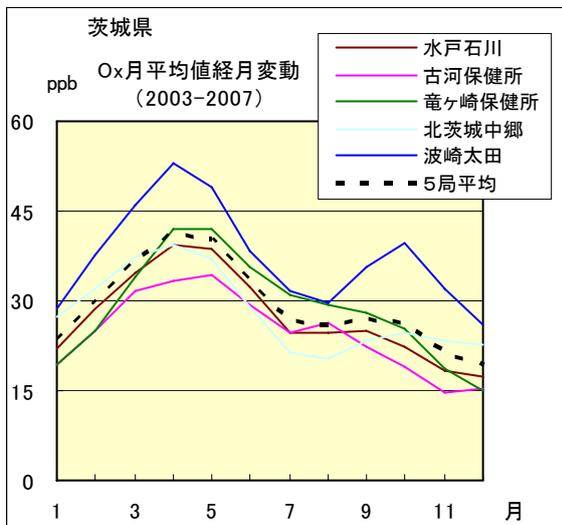


図 10.c 2003 年度～2007 年度

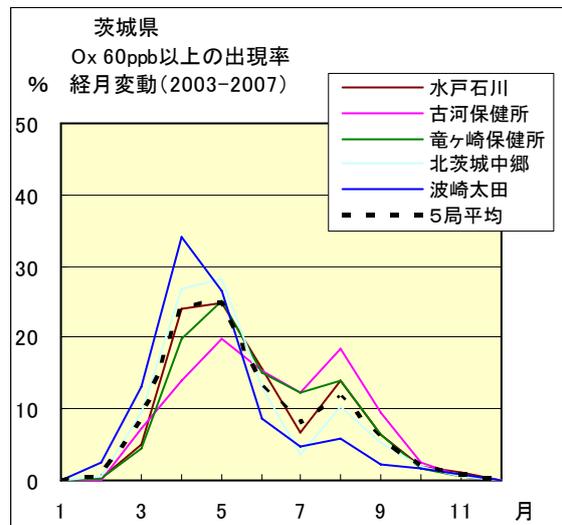


図 13.c 2003 年度～2007 年度

SPM 月平均値経月変動

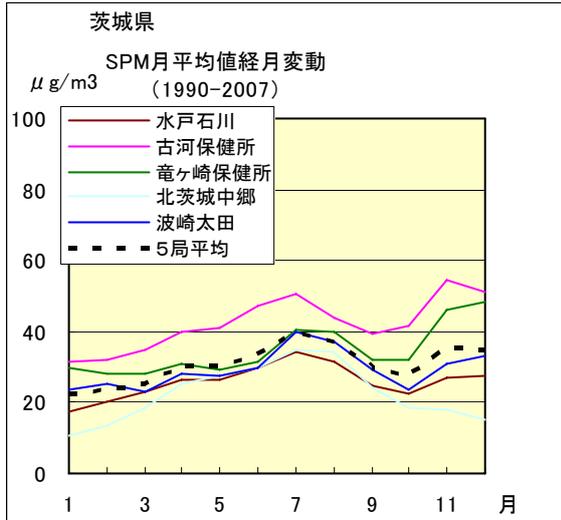


図 11.a 1990 年度～2007 年度

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

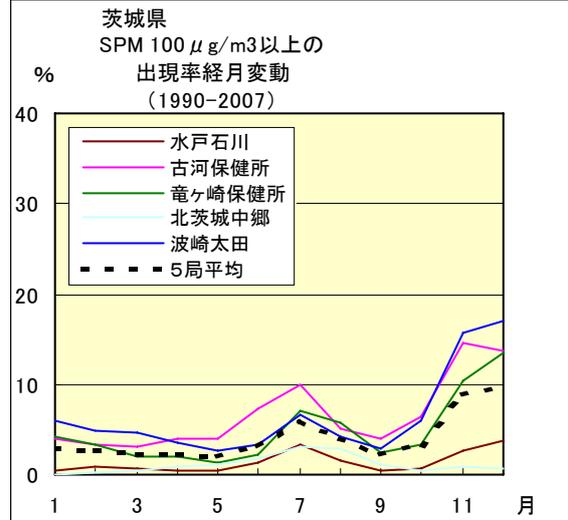


図 14.a 1990 年度～2007 年度

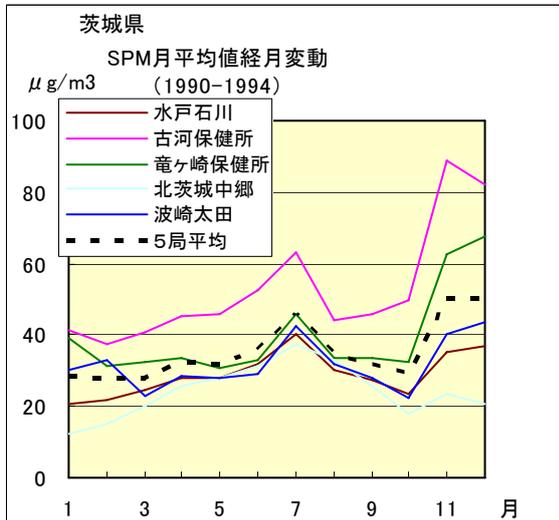


図 11.b 1990 年度～1994 年度

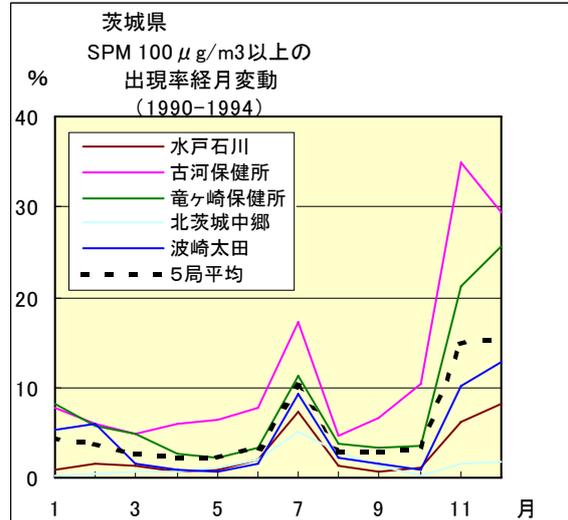


図 14.b 1990 年度～1994 年度

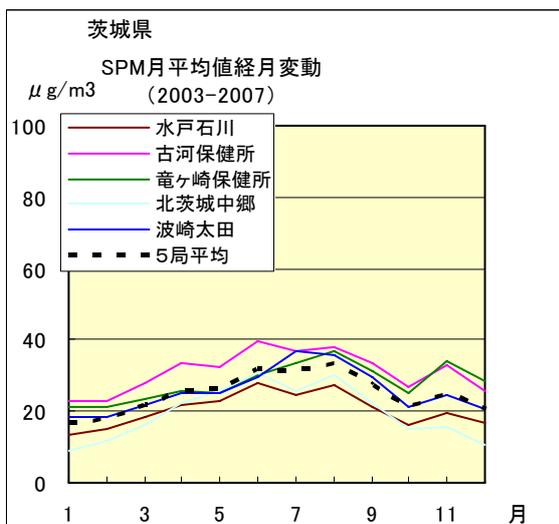


図 11.c 2003 年度～2007 年度

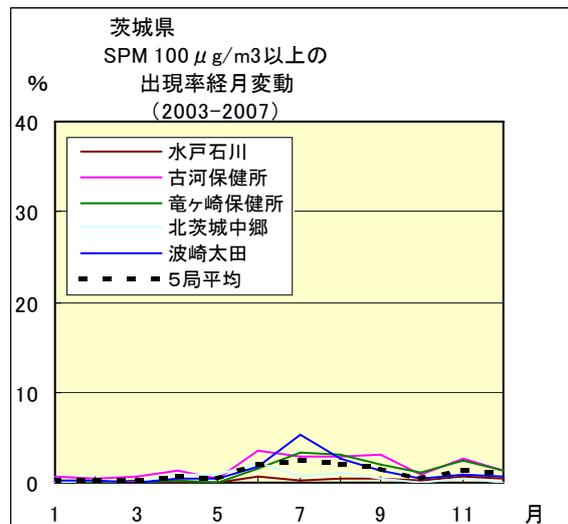


図 14.c 2003 年度～2007 年度

NOx 月平均値経月変動

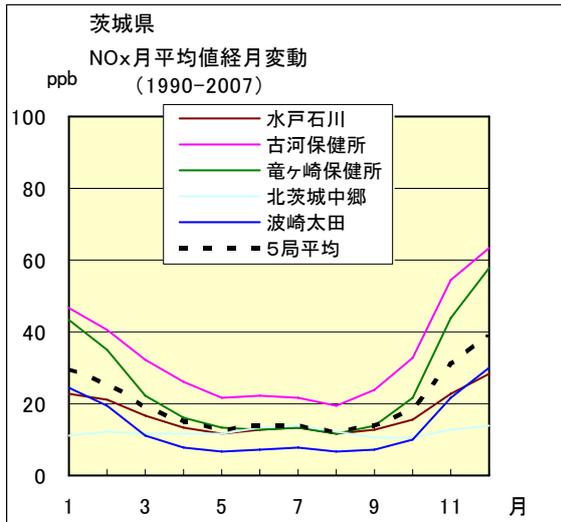


図 12.a 1990 年度～2007 年度

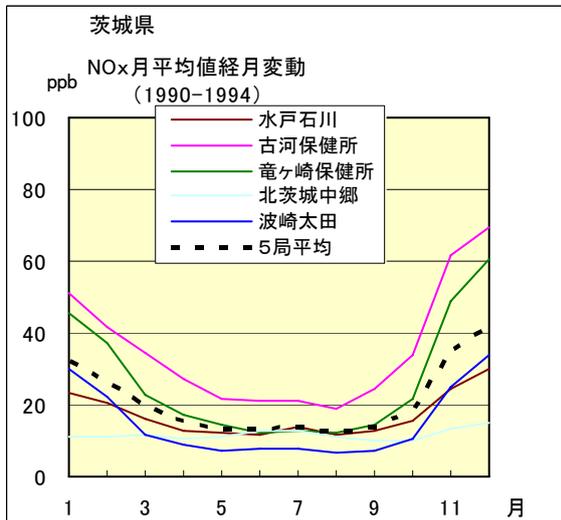


図 12.b 1990 年度～1994 年度

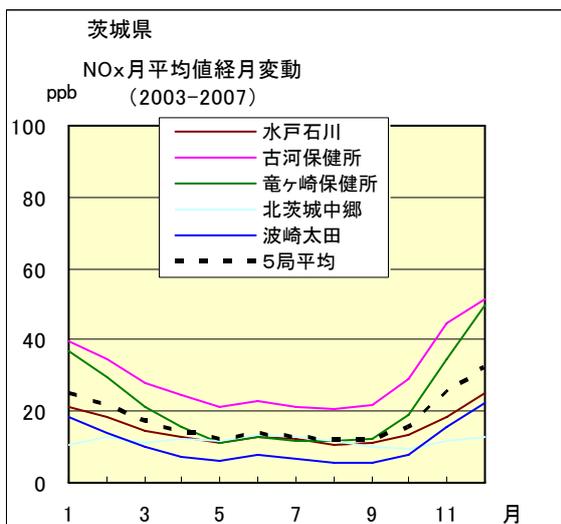


図 12.c 2003 年度～2007 年度

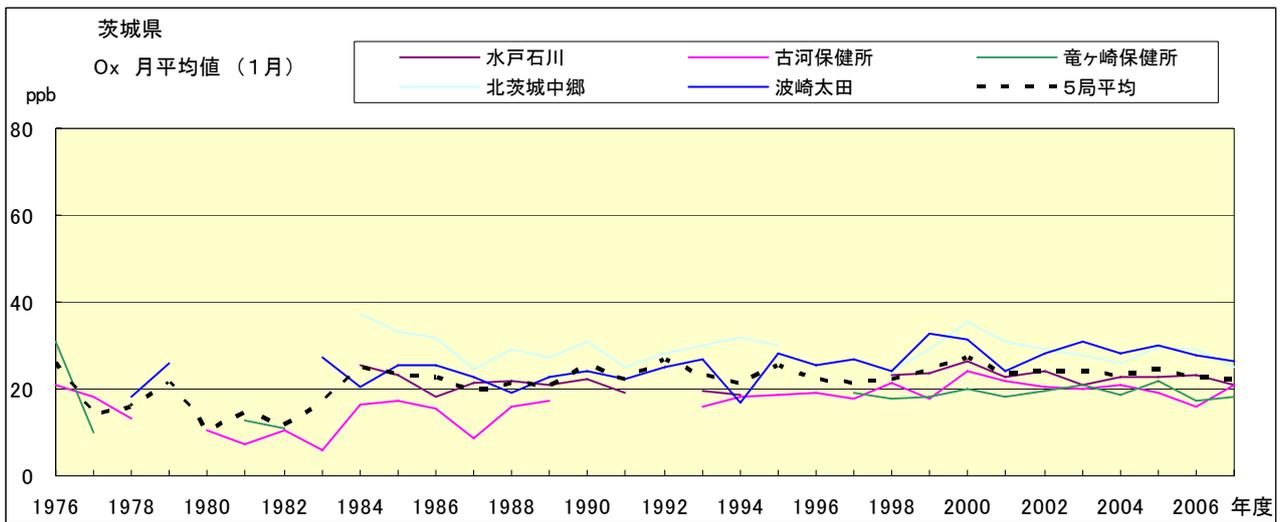


図 15.a Ox 濃度月平均値の経年変化(1月)

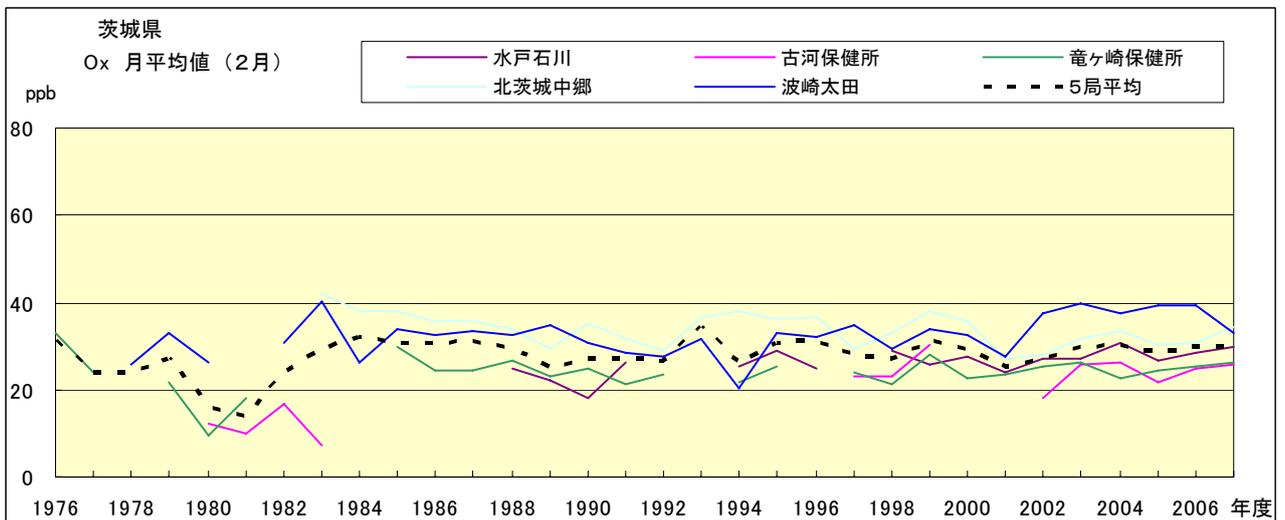


図 15.b Ox 濃度月平均値の経年変化(2月)

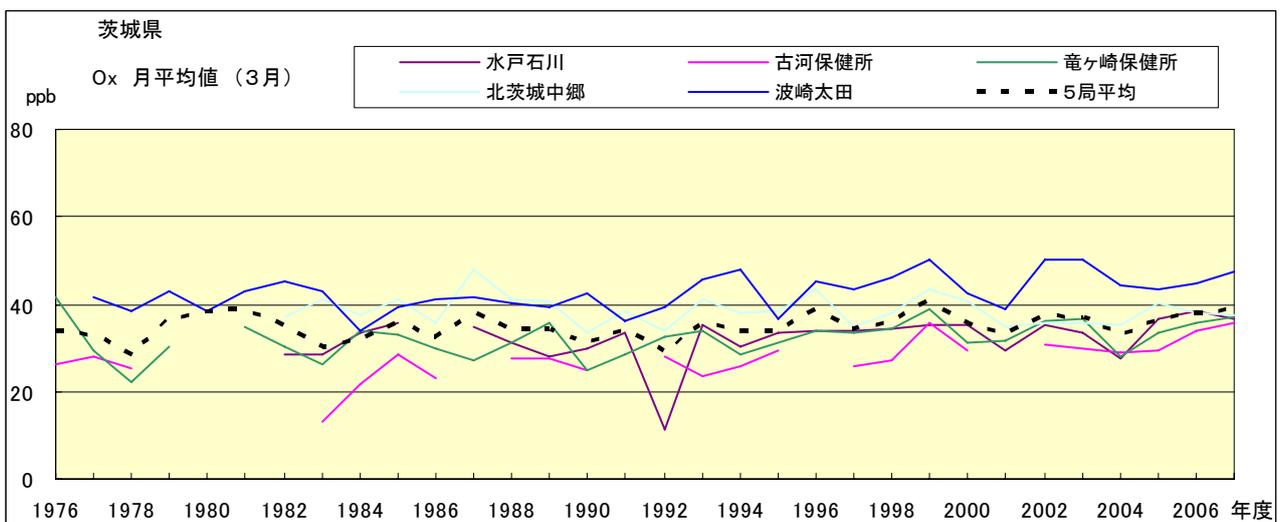


図 15.c Ox 濃度月平均値の経年変化(3月)

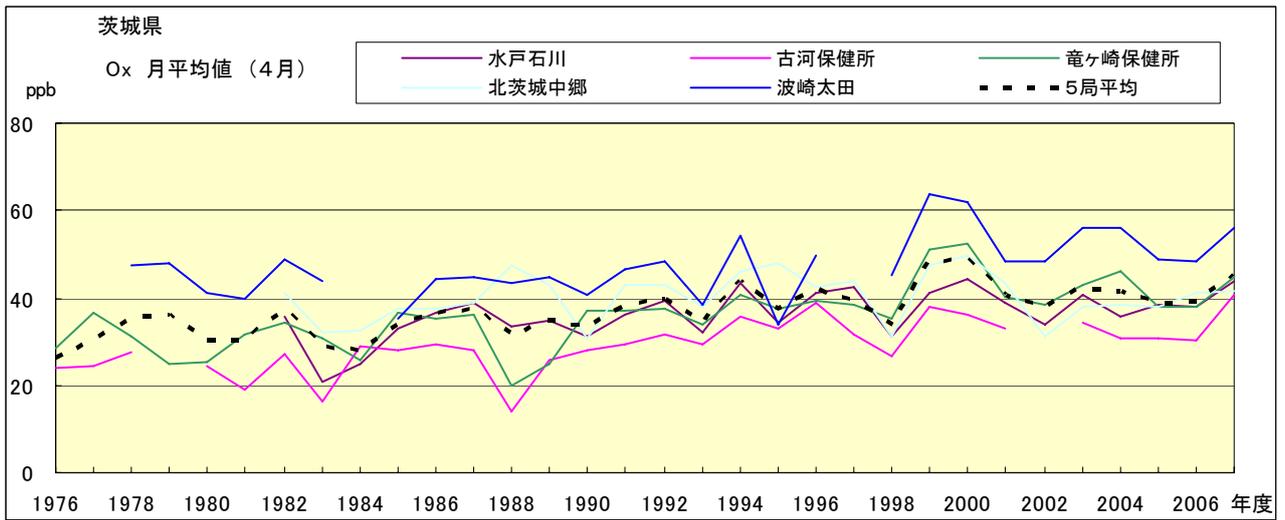


図 15.d Ox 濃度月平均値の経年変化(4月)

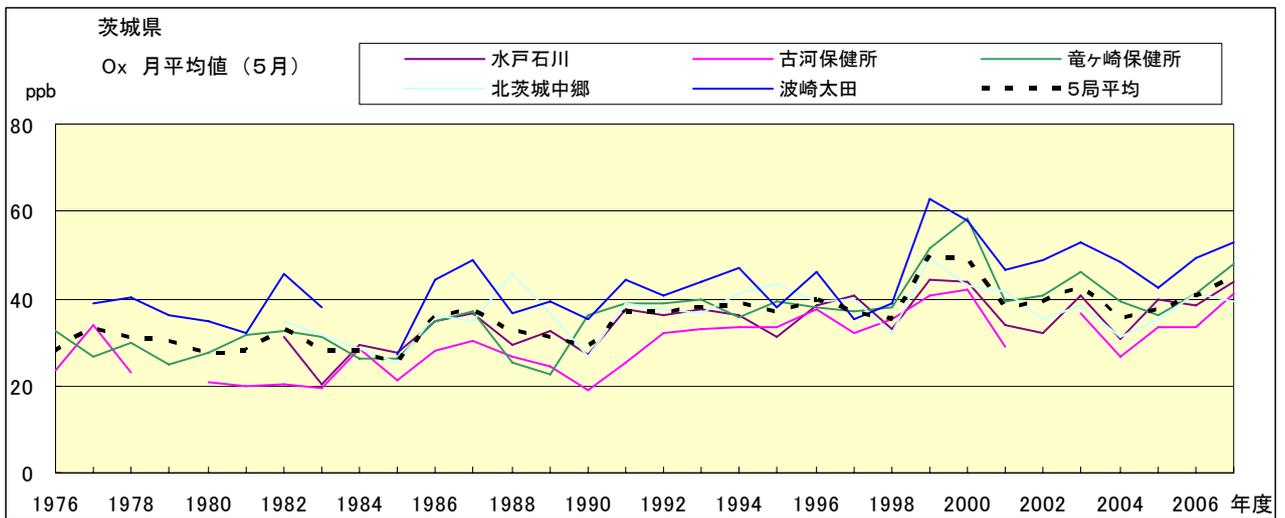


図 15.e Ox 濃度月平均値の経年変化(5月)

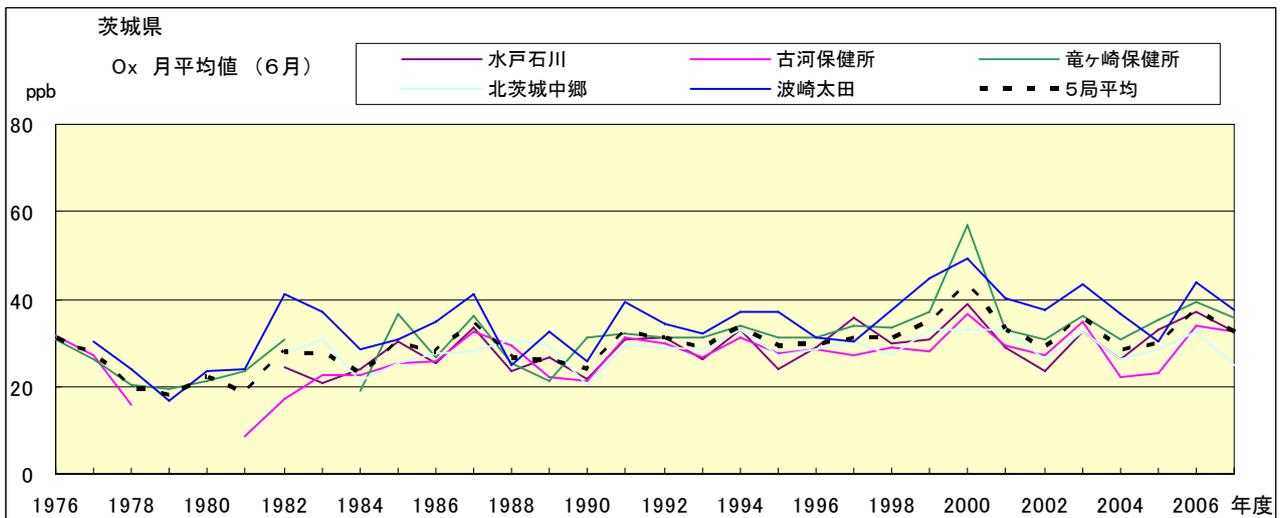


図 15.f Ox 濃度月平均値の経年変化(6月)

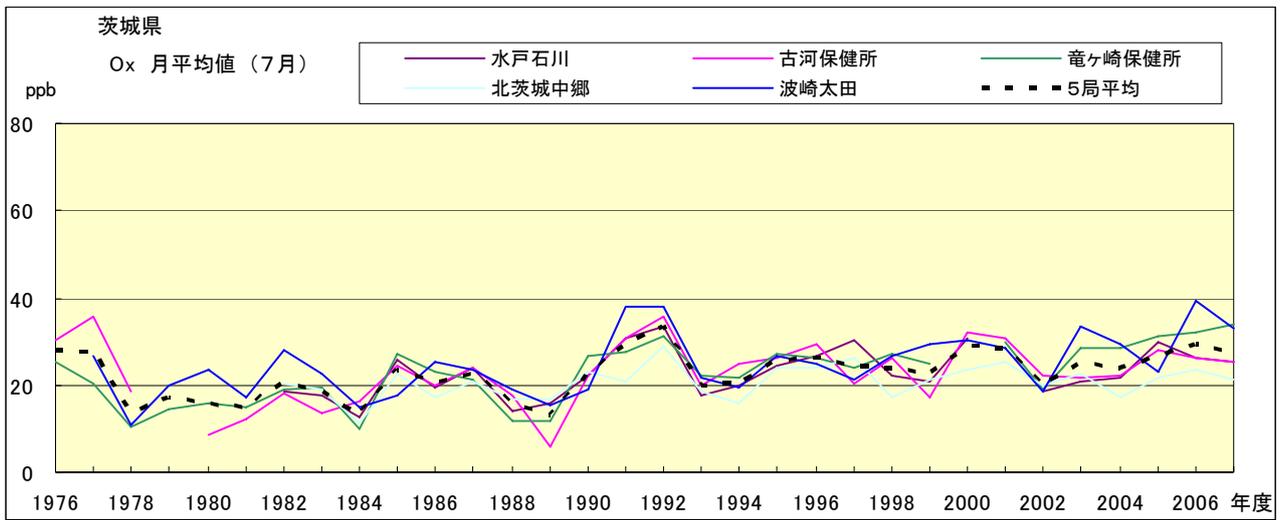


図 15.g O_x 濃度月平均値の経年変化(7月)

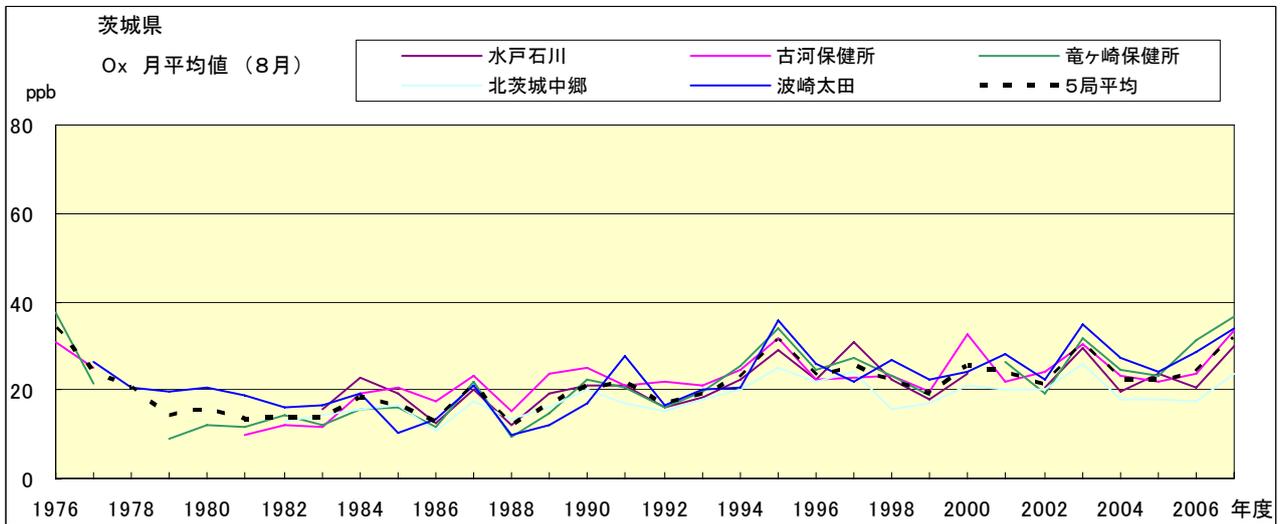


図 15.h O_x 濃度月平均値の経年変化(8月)

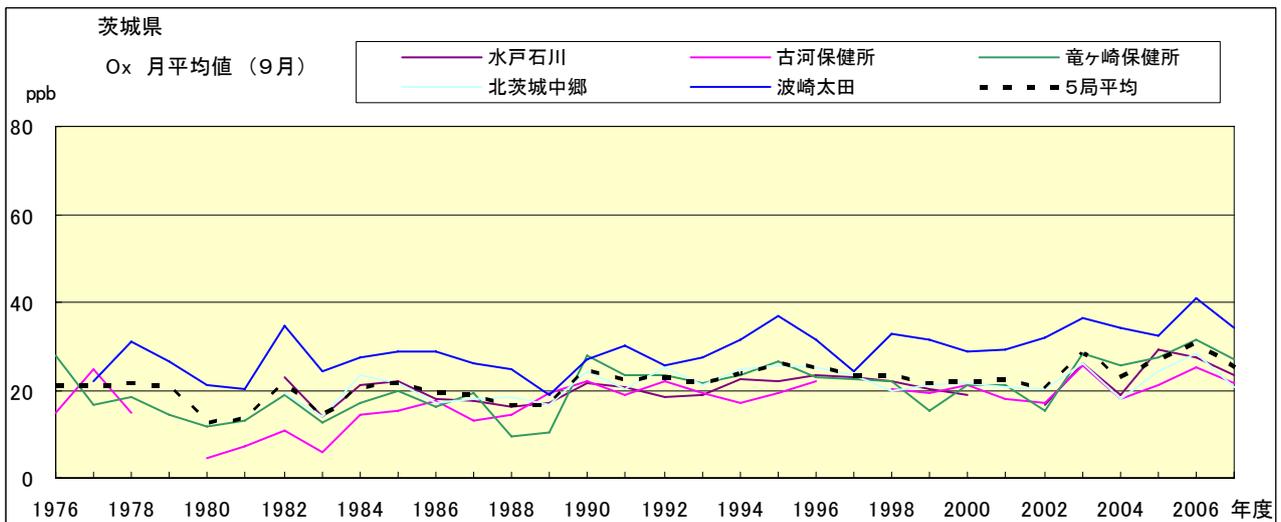


図 15.i O_x 濃度月平均値の経年変化(9月)

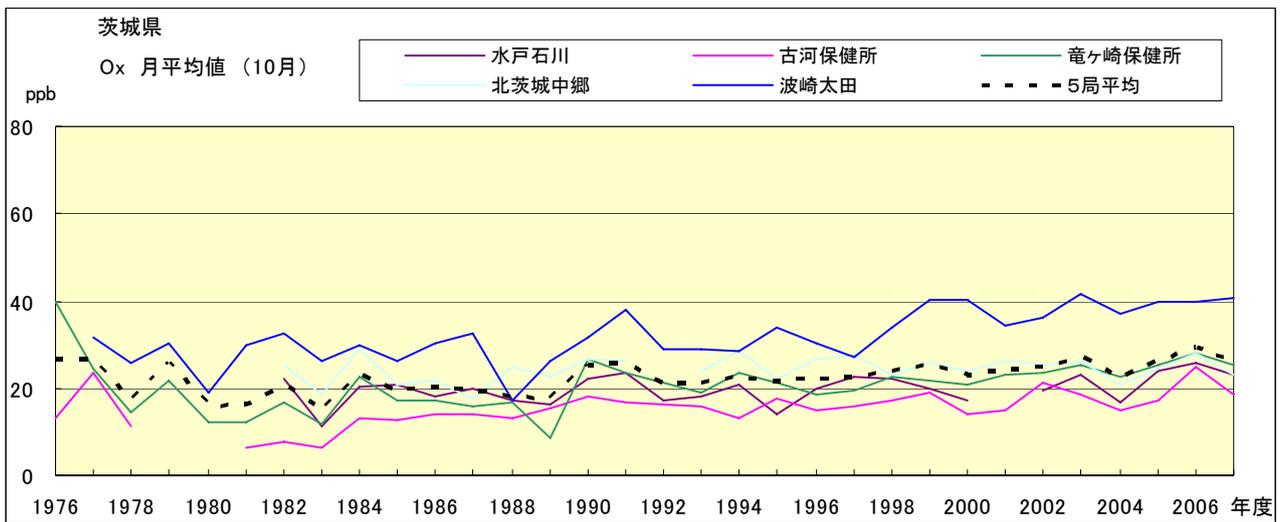


図 15.j Ox 濃度月平均値の経年変化(10 月)

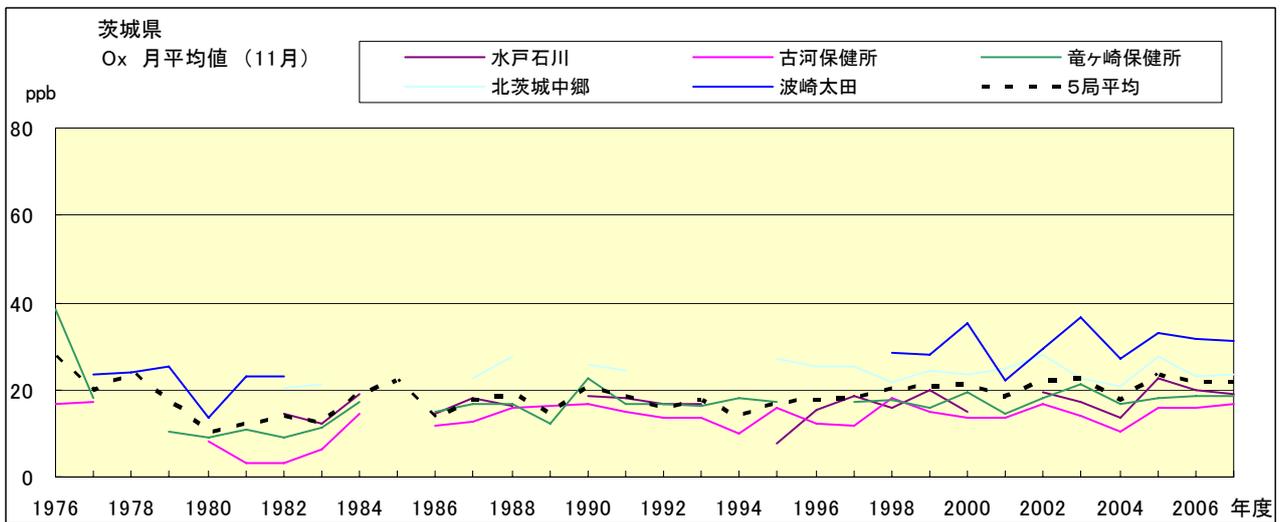


図 15.k Ox 濃度月平均値の経年変化(11 月)

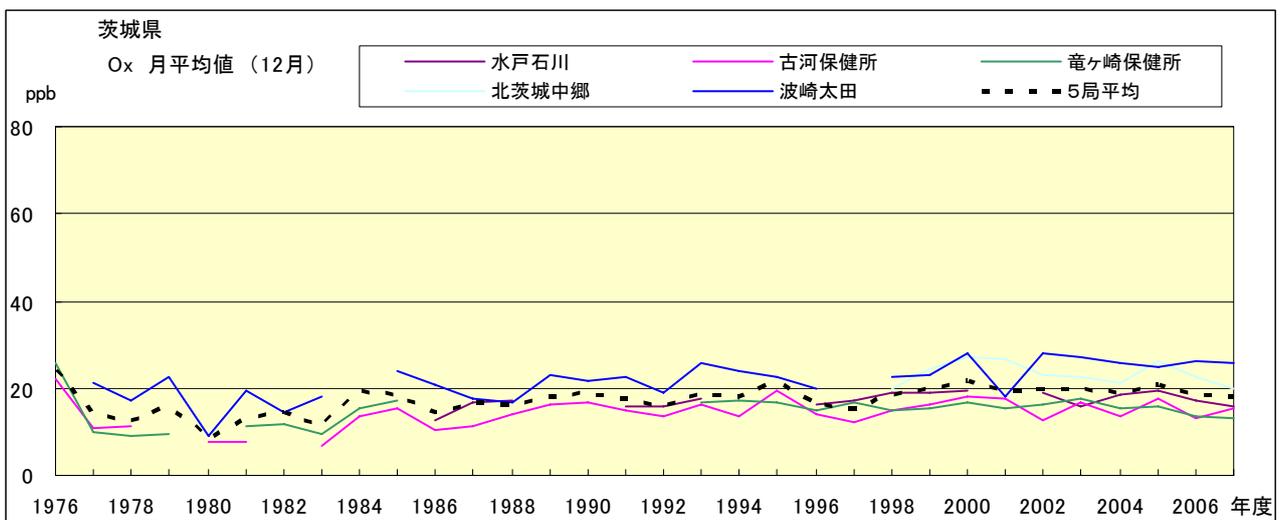


図 15.l Ox 濃度月平均値の経年変化(12 月)

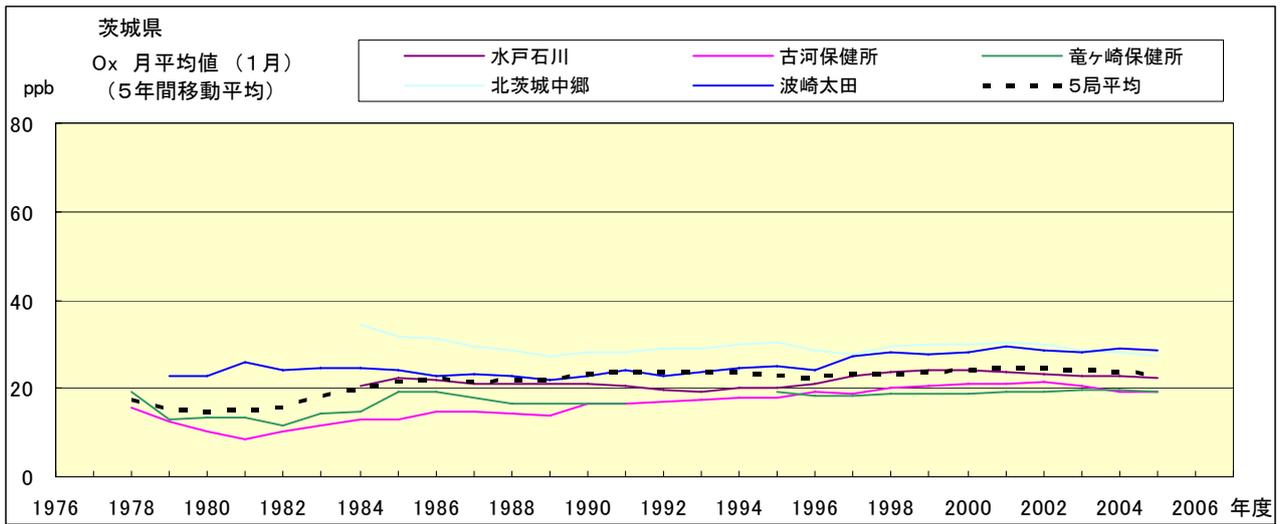


図 15.a' Ox 濃度月平均値の経年変化(1月, 5年間移動平均)

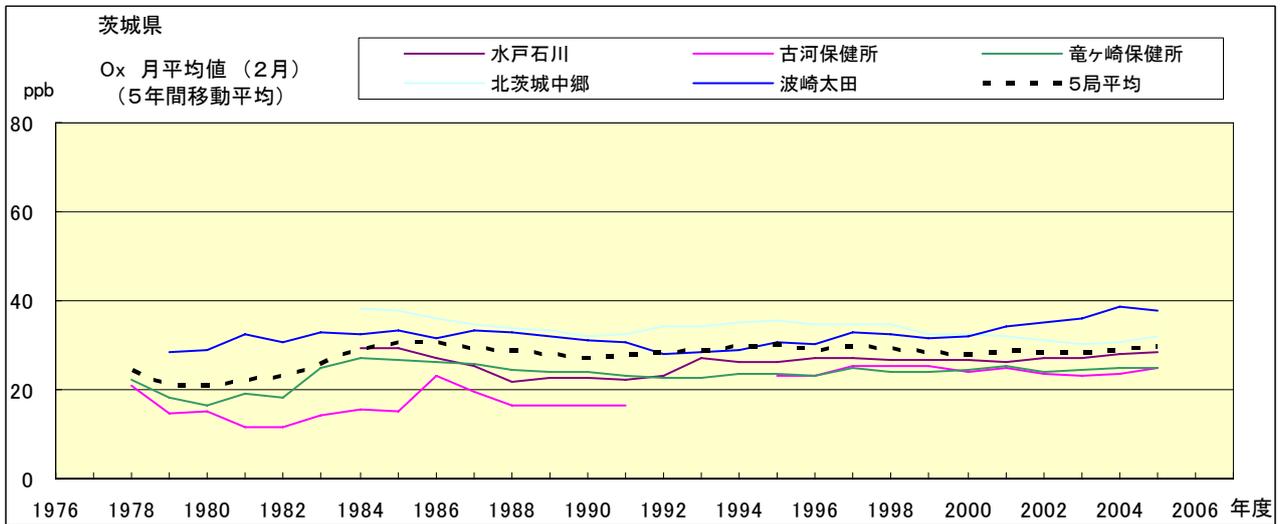


図 15.b' Ox 濃度月平均値の経年変化(2月, 5年間移動平均)

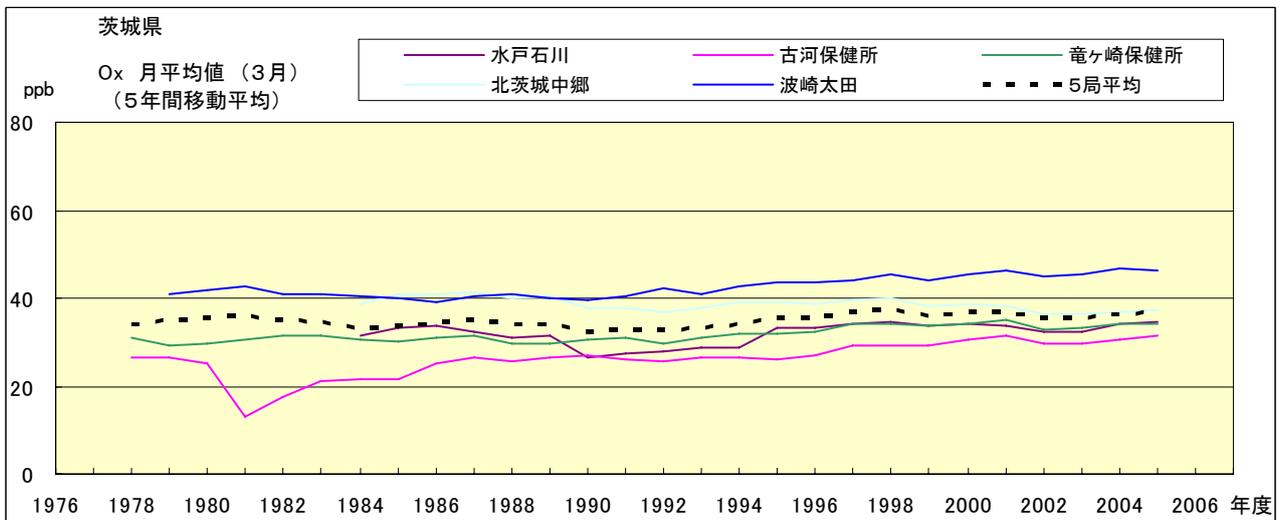


図 15.c' Ox 濃度月平均値の経年変化(3月, 5年間移動平均)

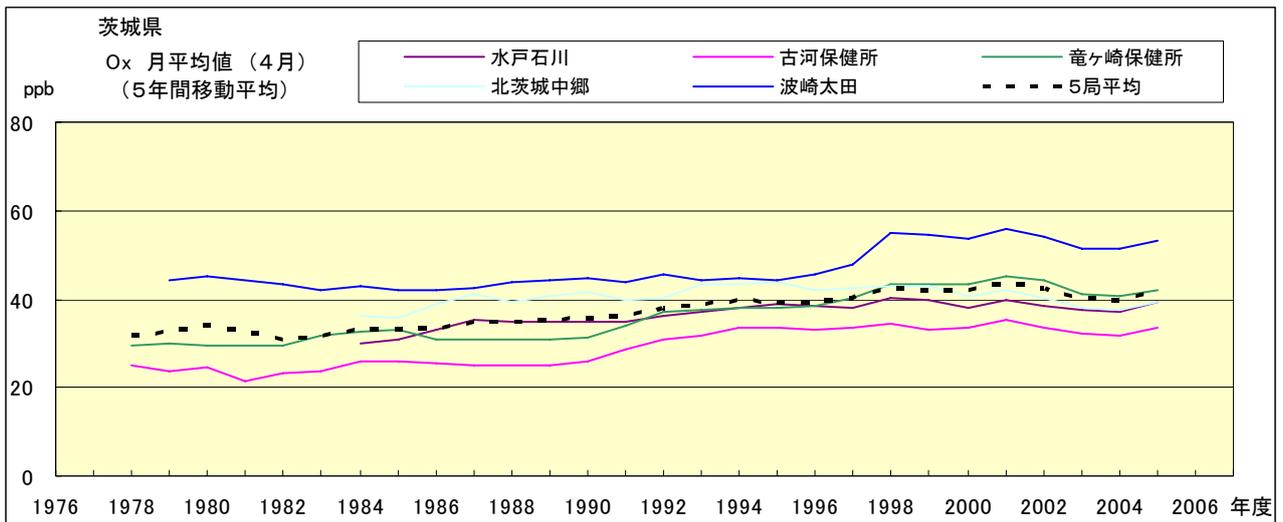


図 15.d' Ox 濃度月平均値の経年変化(4月, 5年間移動平均)

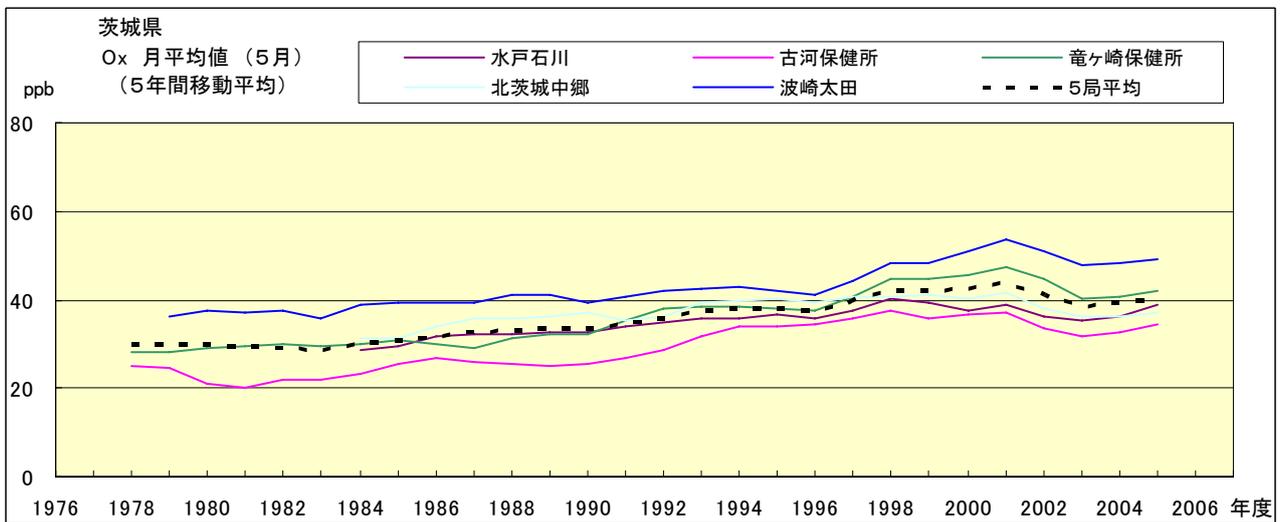


図 15.e' Ox 濃度月平均値の経年変化(5月, 5年間移動平均)

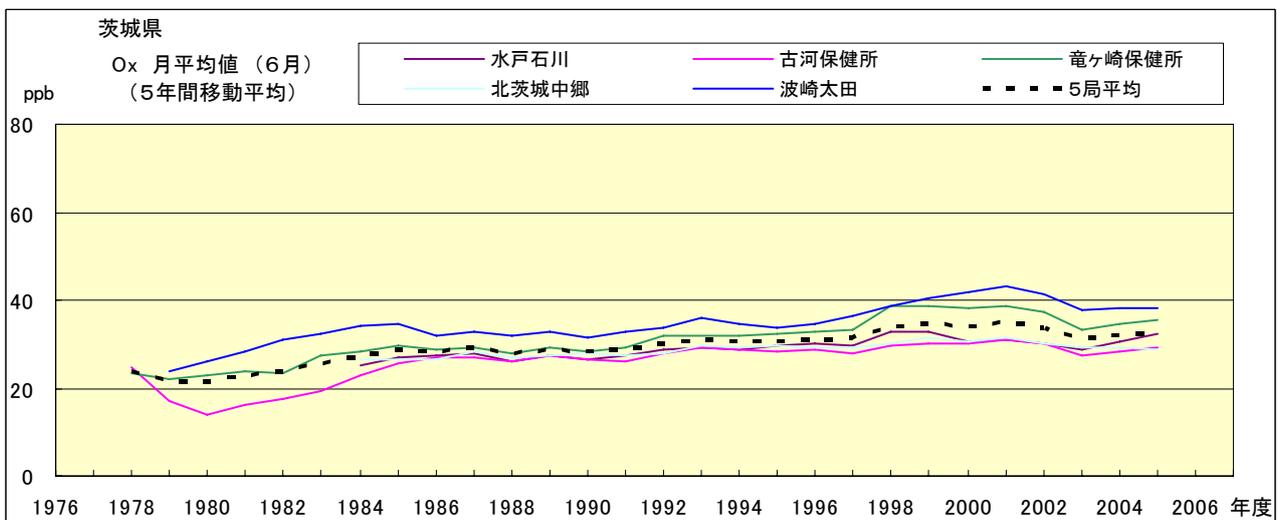


図 15.f' Ox 濃度月平均値の経年変化(6月, 5年間移動平均)

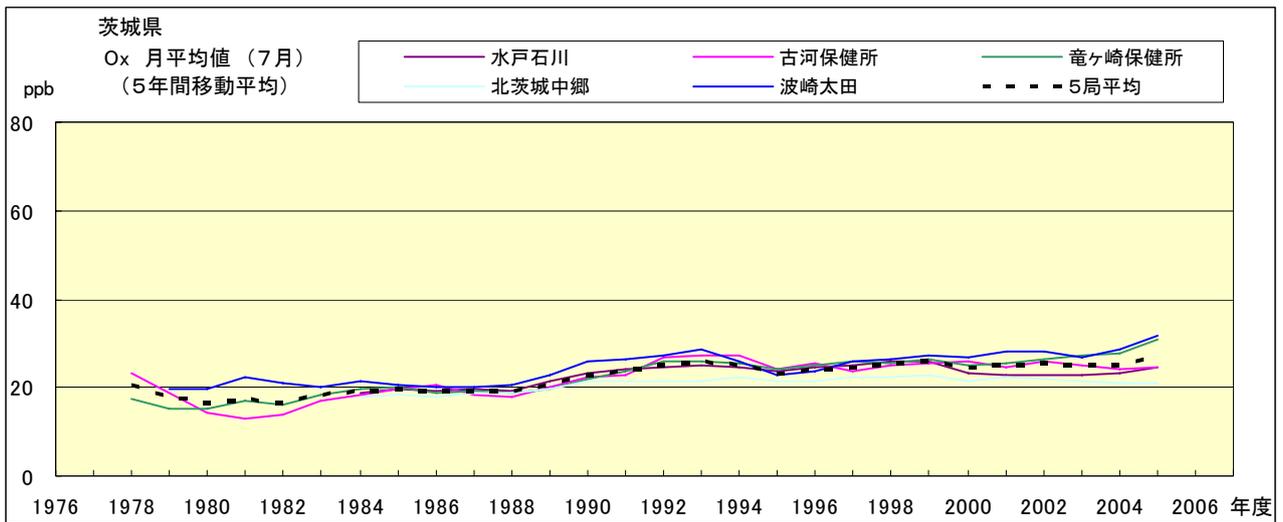


図 15.g' O_x 濃度月平均値の経年変化(7月, 5年間移動平均)

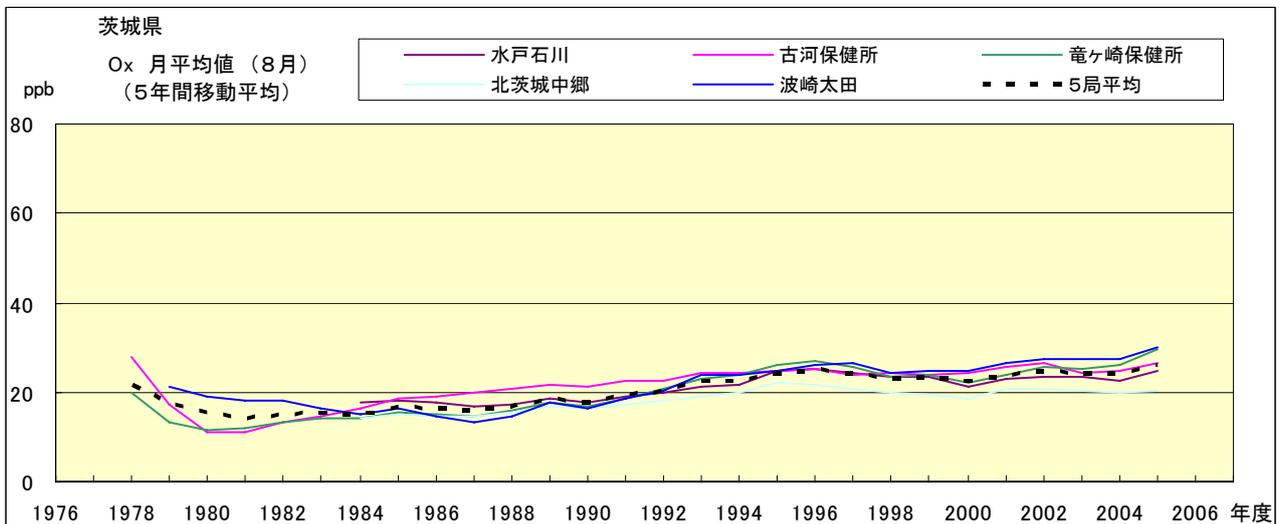


図 15.h' O_x 濃度月平均値の経年変化(8月, 5年間移動平均)

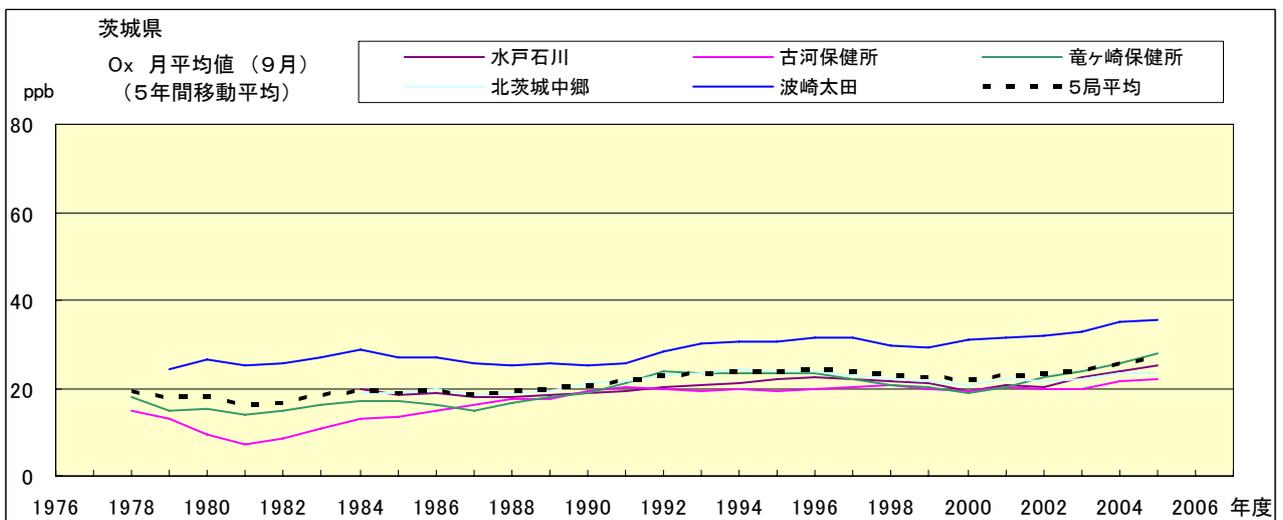


図 15.i' O_x 濃度月平均値の経年変化(9月, 5年間移動平均)

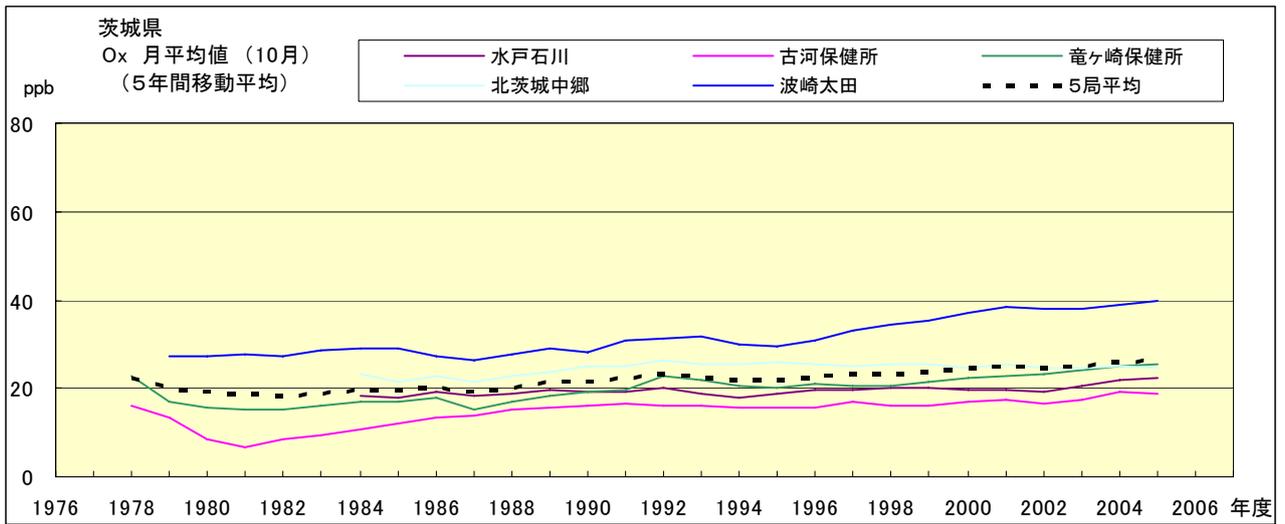


図 15.j' Ox 濃度月平均値の経年変化(10 月, 5 年間移動平均)

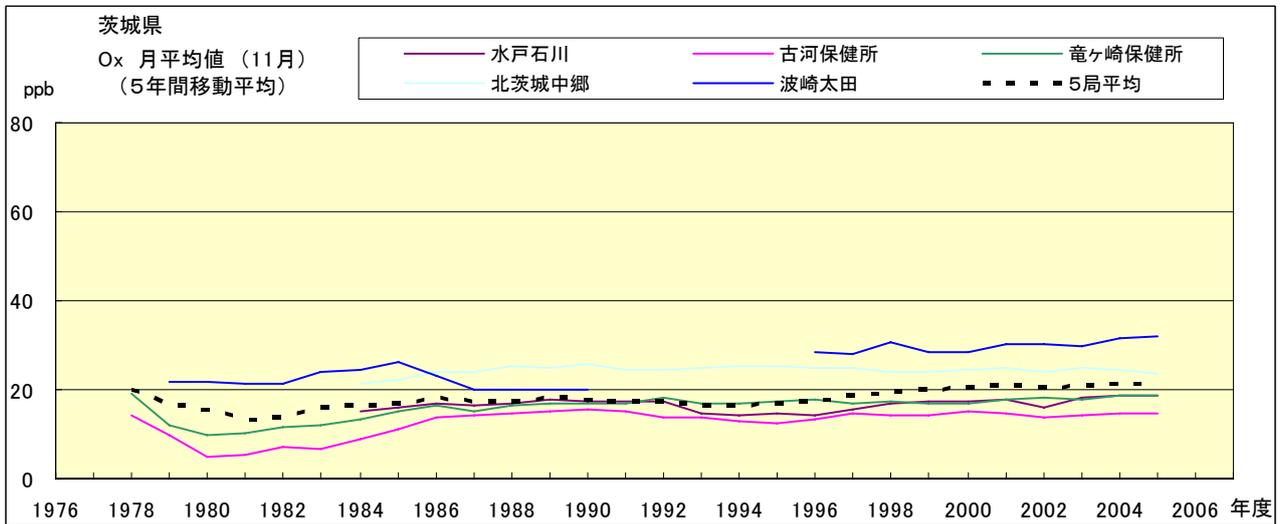


図 15.k' Ox 濃度月平均値の経年変化(11 月, 5 年間移動平均)

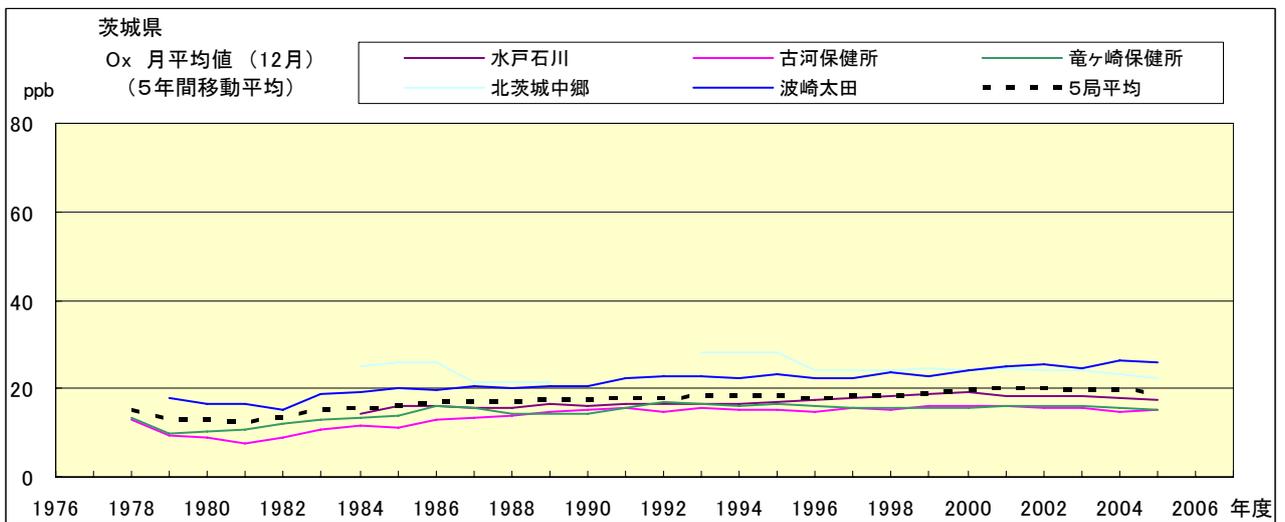


図 15.l' Ox 濃度月平均値の経年変化(12 月, 5 年間移動平均)

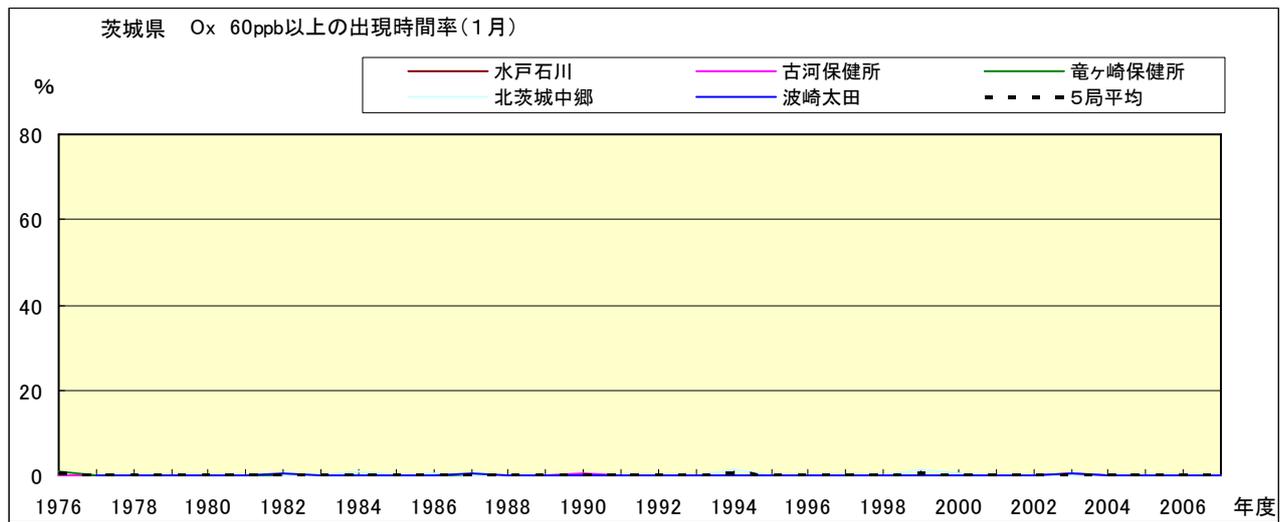


図 16-2.a Ox 濃度 60ppb 以上の月別時間率の経年変化（1月）

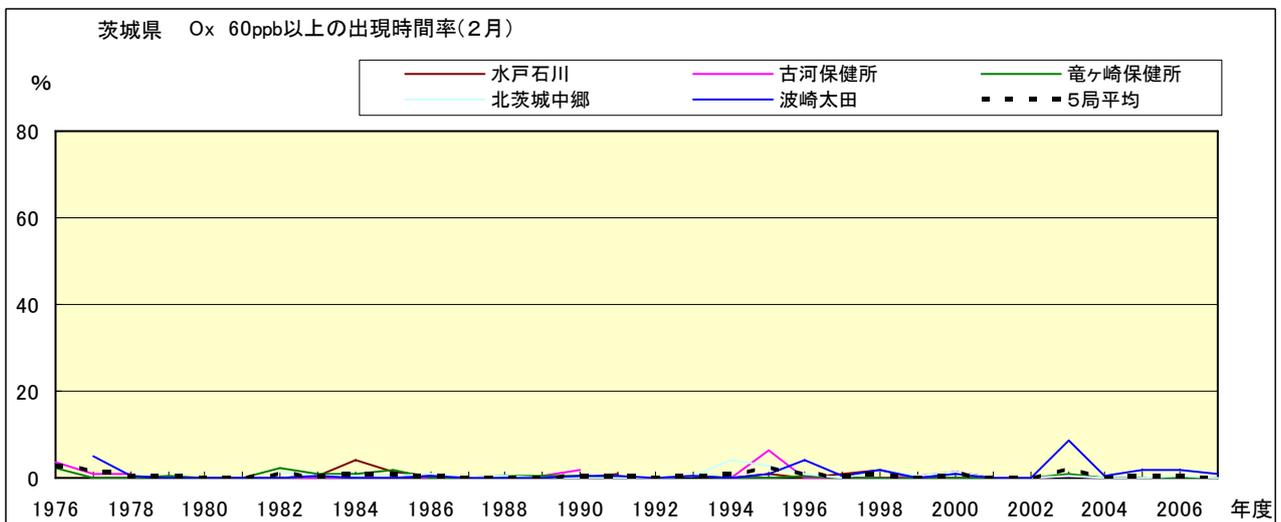


図 16-2.b Ox 濃度 60ppb 以上の月別時間率の経年変化(2月)

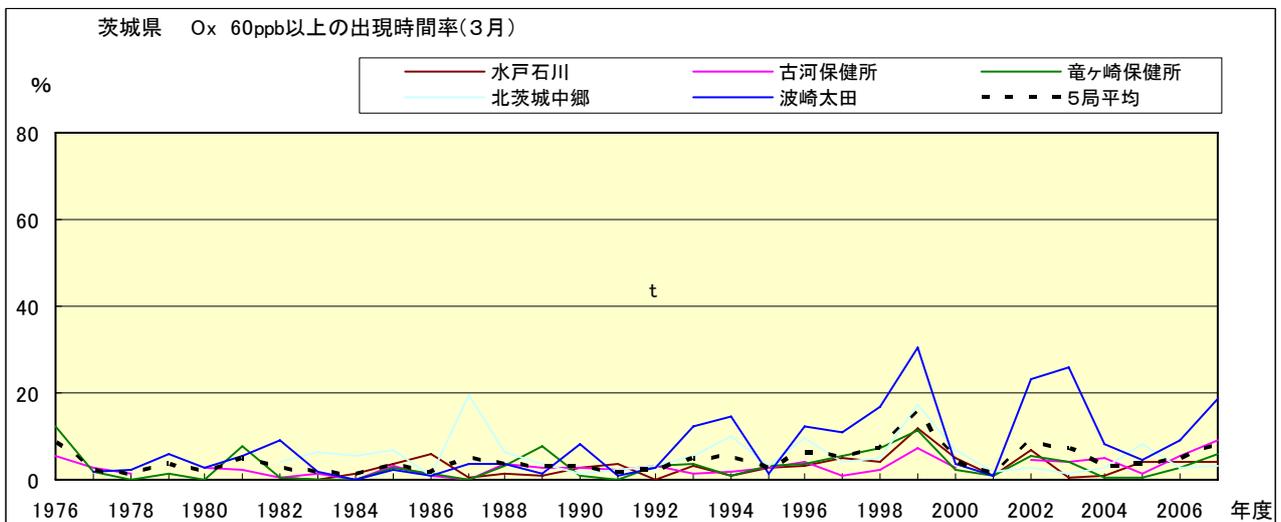


図 16-2.c Ox 濃度 60ppb 以上の月別時間率の経年変化(3月)

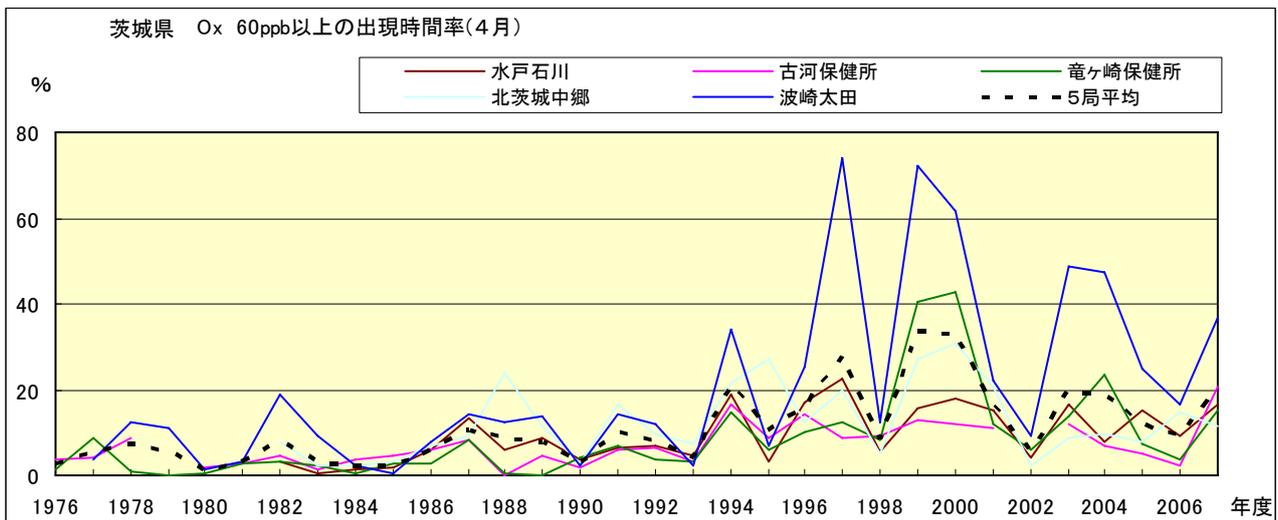


図 16-2.d Ox 濃度 60ppb 以上の月別時間率の経年変化(4月)

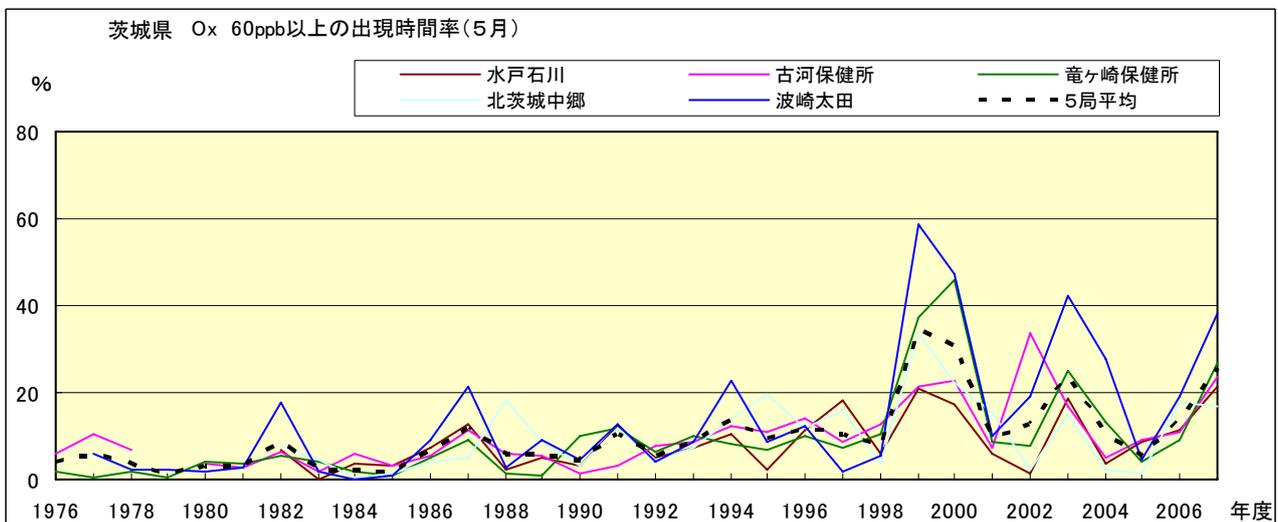


図 16-2.e Ox 濃度 60ppb 以上の月別時間率の経年変化(5月)

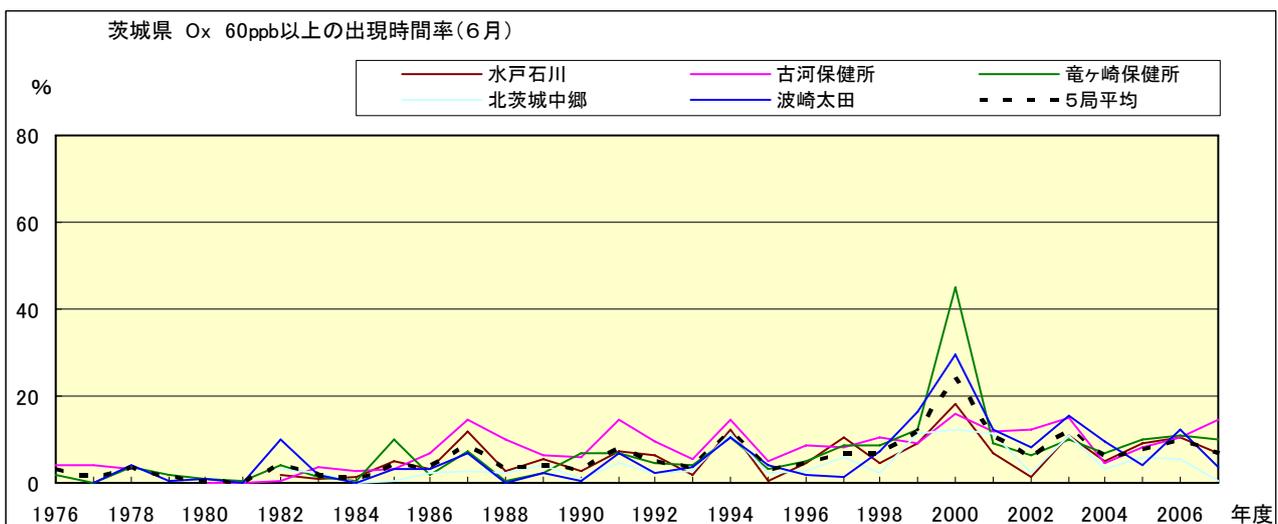


図 16-2.f Ox 濃度 60ppb 以上の月別時間率の経年変化(6月)

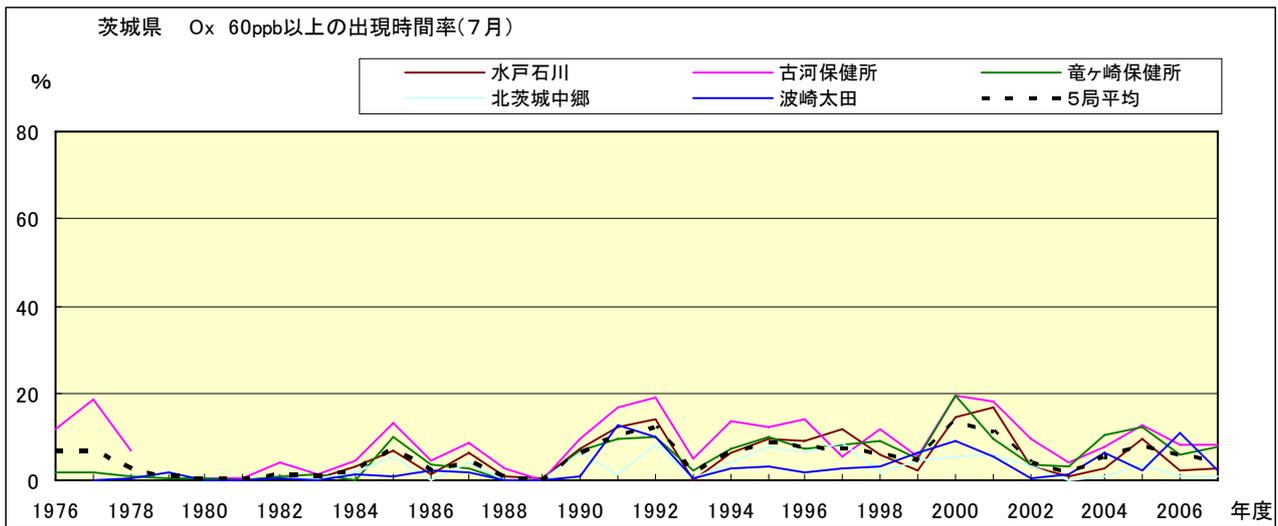


図 16-2.g Ox 濃度 60ppb 以上の月別時間率の経年変化(7月)

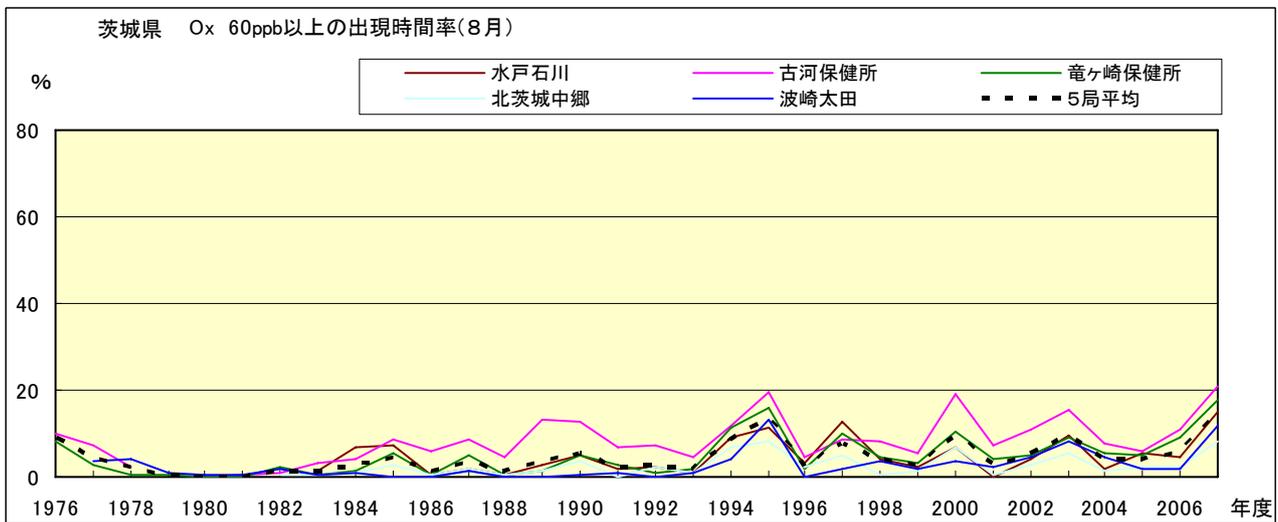


図 16-2.h Ox 濃度 60ppb 以上の月別時間率の経年変化(8月)

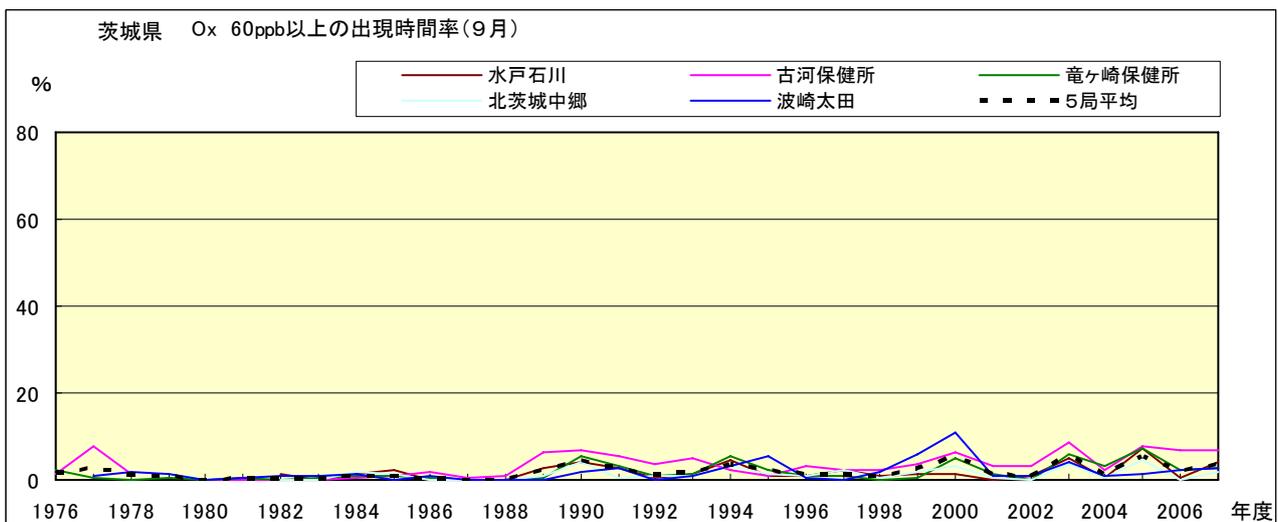


図 16-2.i Ox 濃度 60ppb 以上の月別時間率の経年変化(9月)

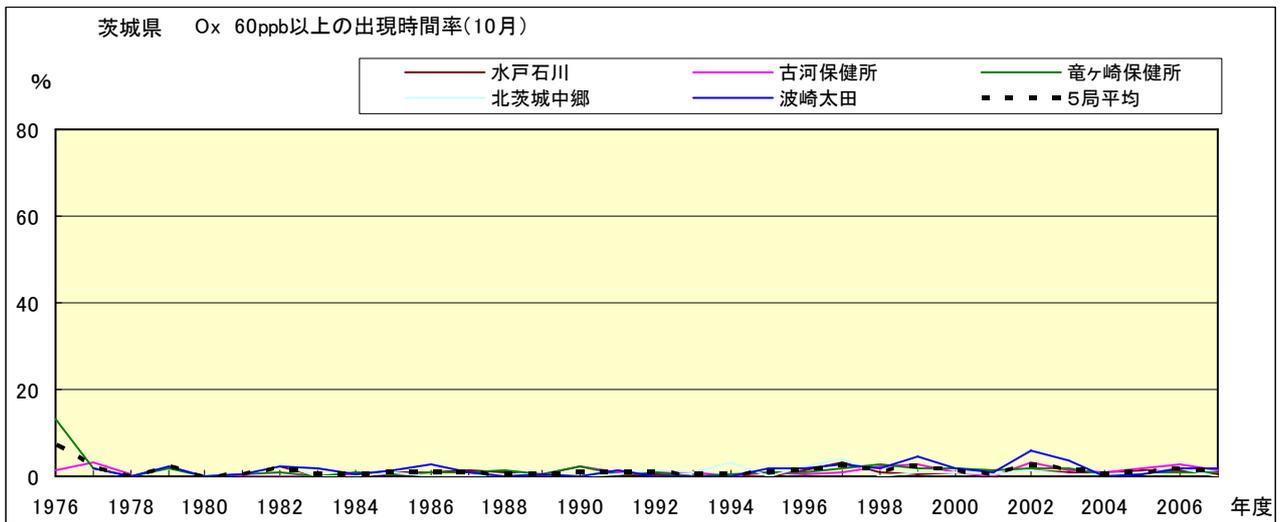


図 16-2.j Ox 濃度 60ppb 以上の月別時間率の経年変化(10 月)

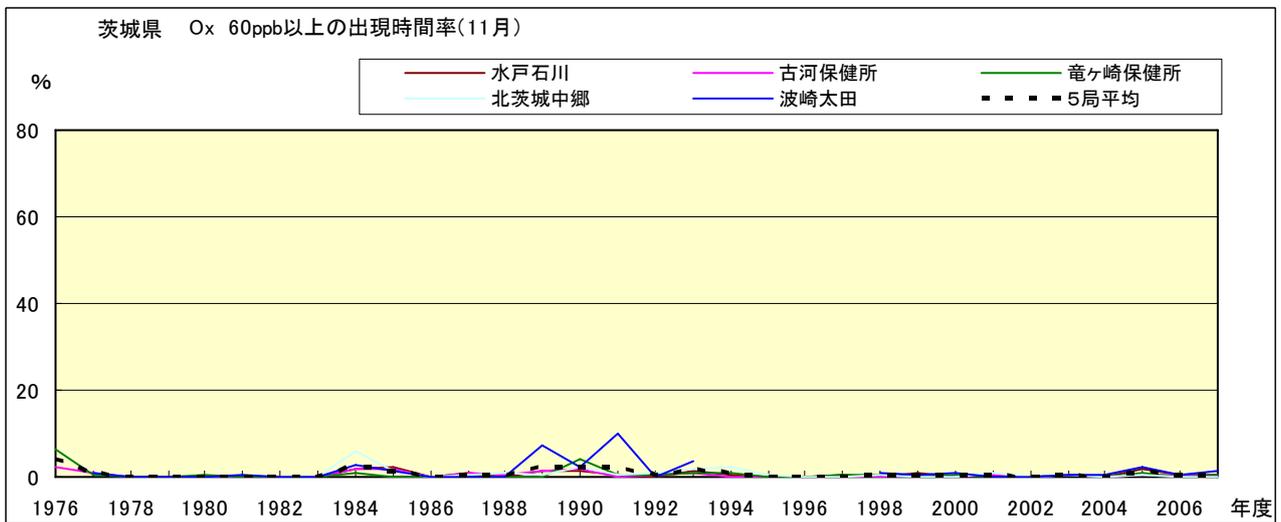


図 16-2.k Ox 濃度 60ppb 以上の月別時間率の経年変化(11 月)

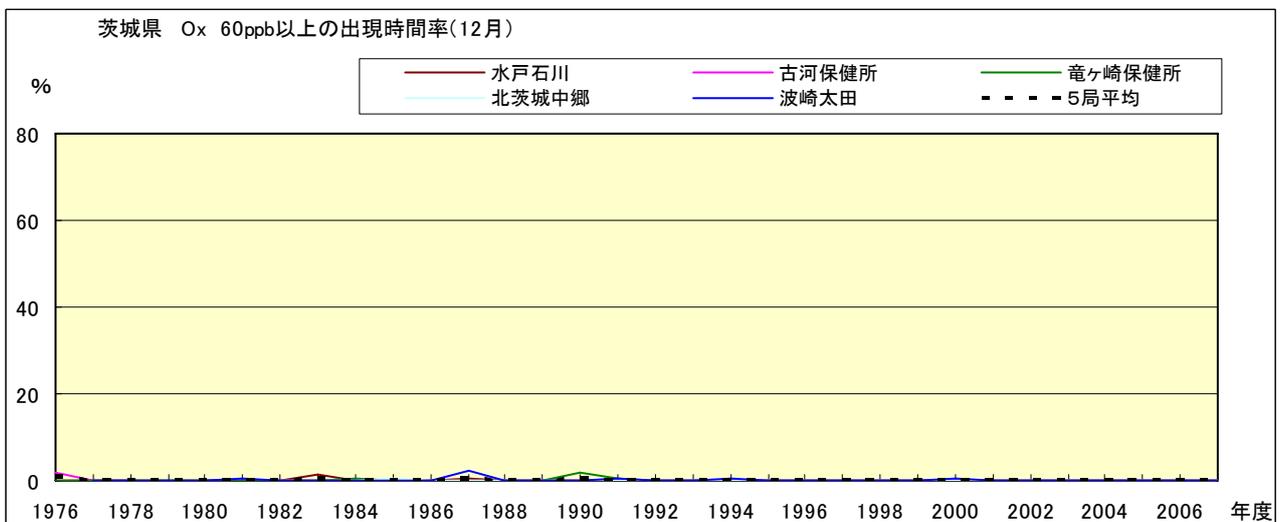


図 16-2.l Ox 濃度 60ppb 以上の月別時間率の経年変化(12 月)

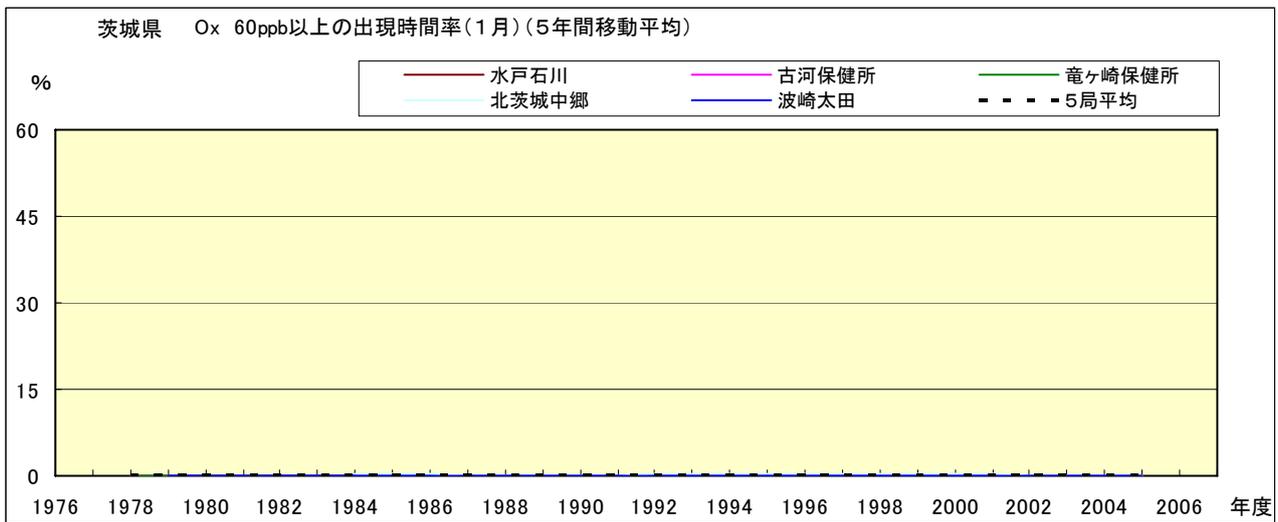


図 16-2.a' Ox 濃度 60ppb 以上の月別時間率の経年変化(1月,5年間移動平均)

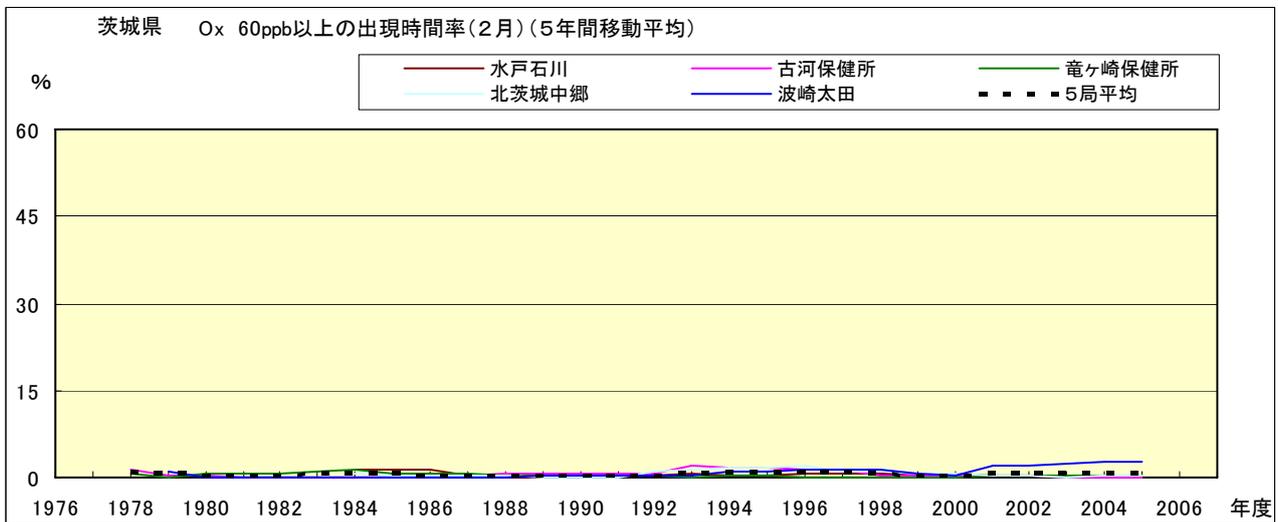


図 16-2.b' Ox 濃度 60ppb 以上の月別時間率の経年変化(2月,5年間移動平均)

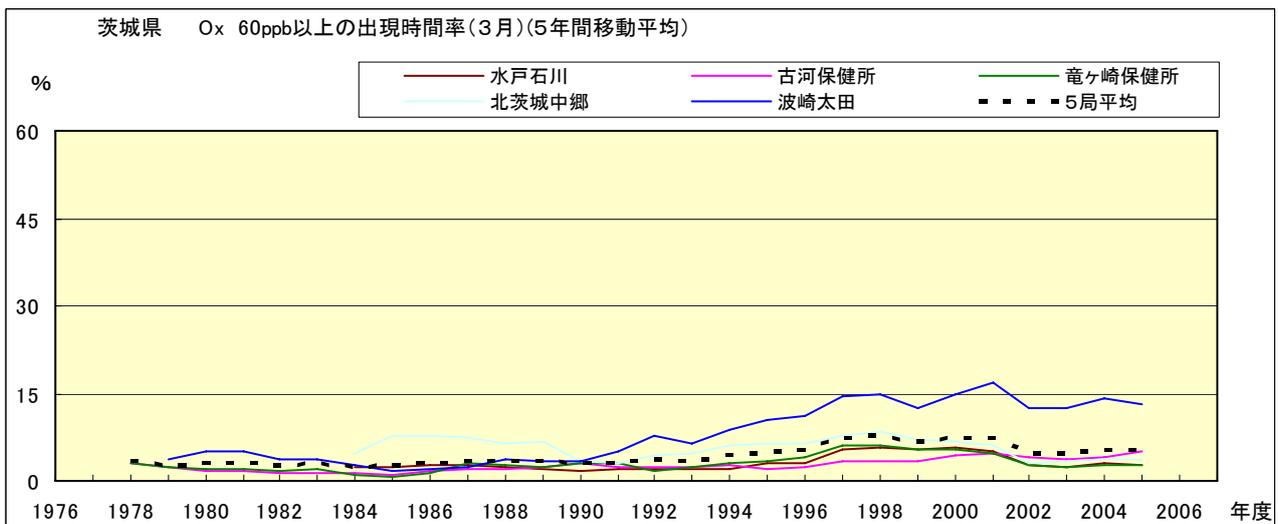


図 16-2.c' Ox 濃度 60ppb 以上の月別時間率の経年変化(3月,5年間移動平均)

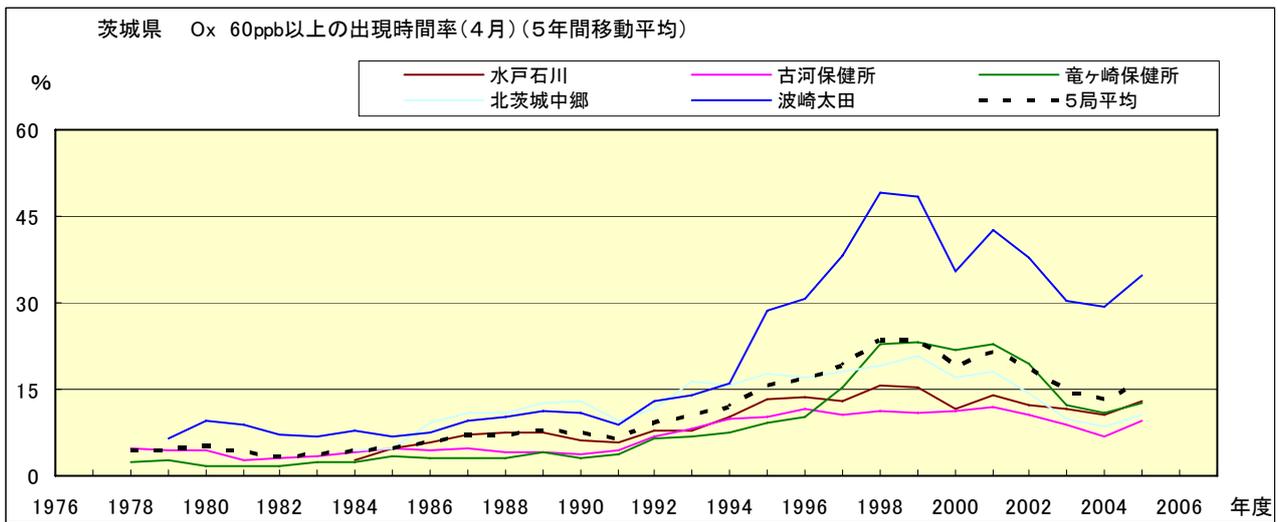


図 16-2.d' Ox 濃度 60ppb 以上の月別時間率の経年変化(4月,5年間移動平均)

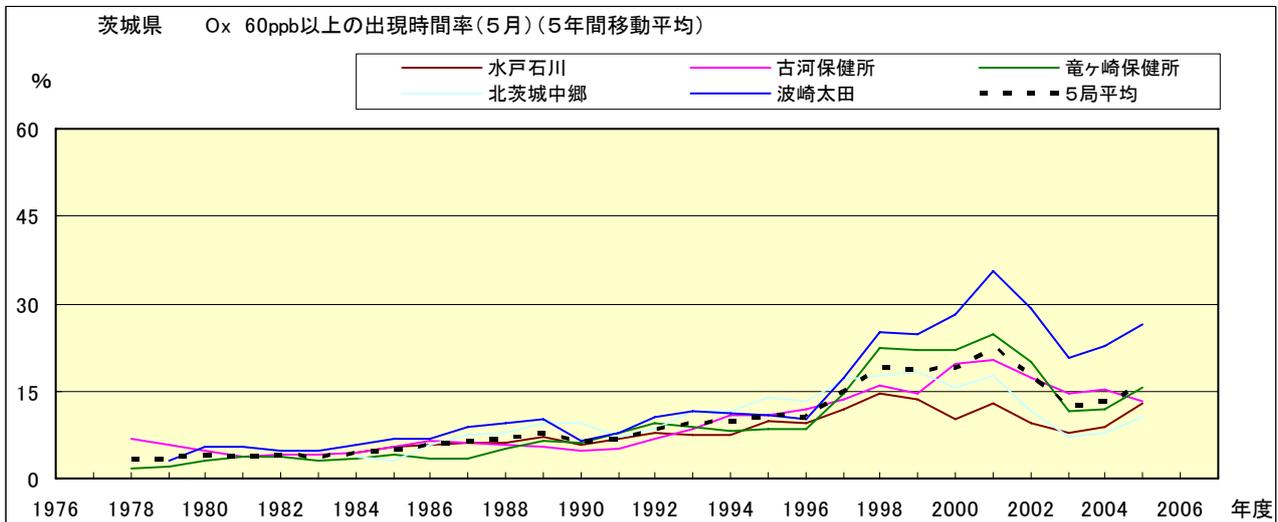


図 16-2.e' Ox 濃度 60ppb 以上の月別時間率の経年変化(5月,5年間移動平均)

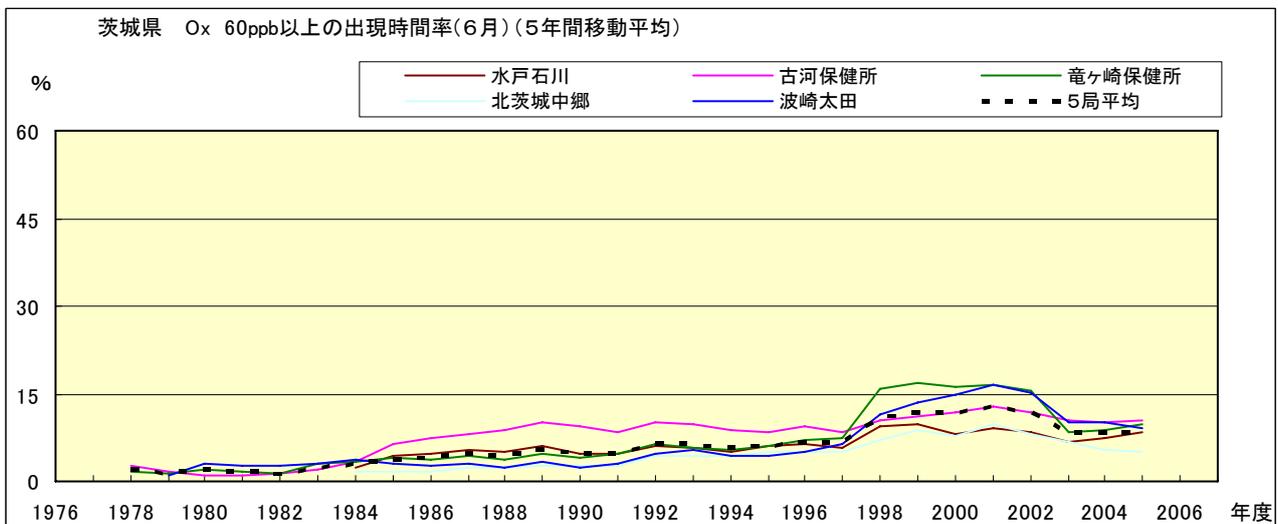


図 16-2.f' Ox 濃度 60ppb 以上の月別時間率の経年変化(6月,5年間移動平均)

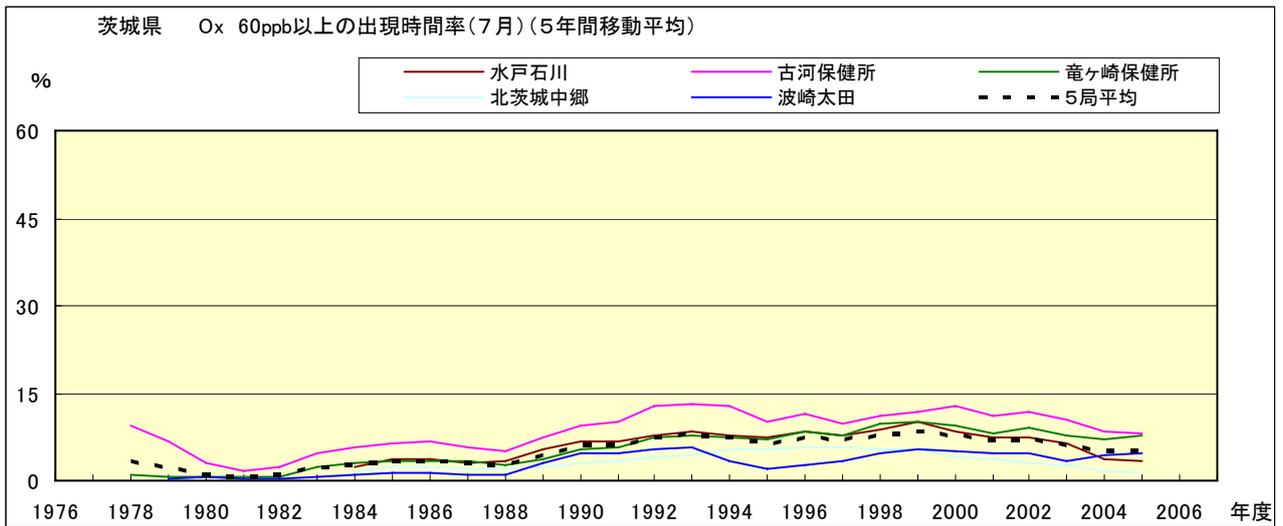


図 16-2.g' Ox 濃度 60ppb 以上の月別時間率の経年変化(7月,5年間移動平均)

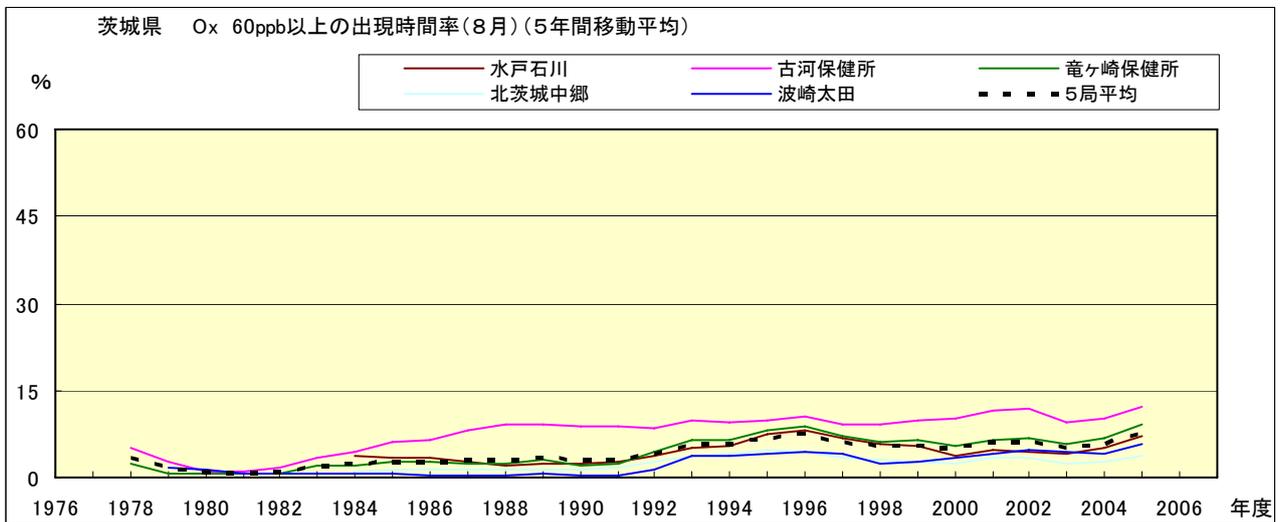


図 16-2.h' Ox 濃度 60ppb 以上の月別時間率の経年変化(8月,5年間移動平均)

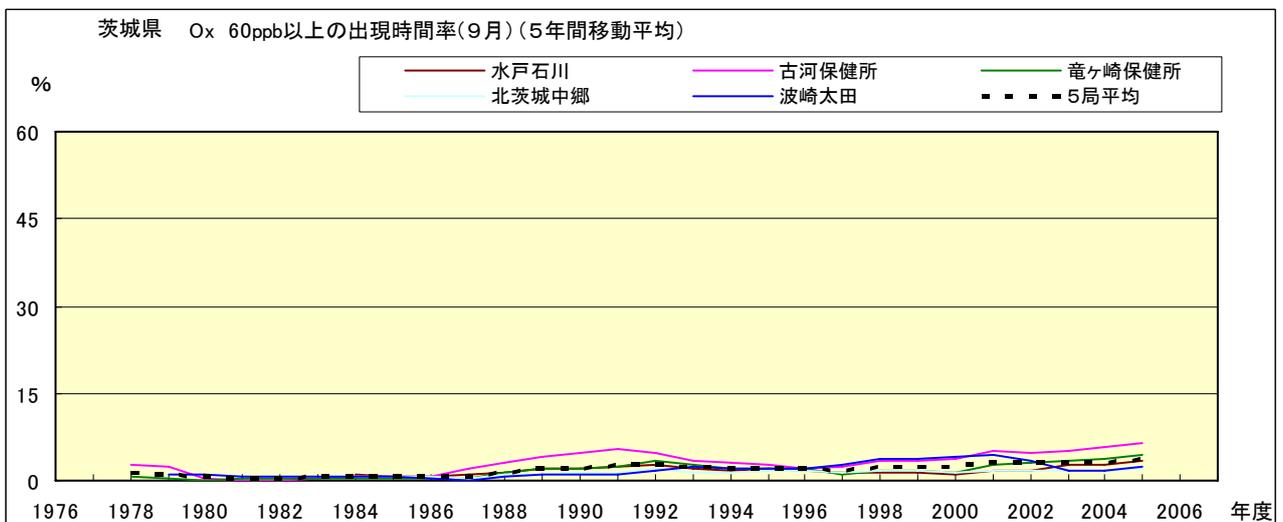


図 16-2.i' Ox 濃度 60ppb 以上の月別時間率の経年変化(9月,5年間移動平均)

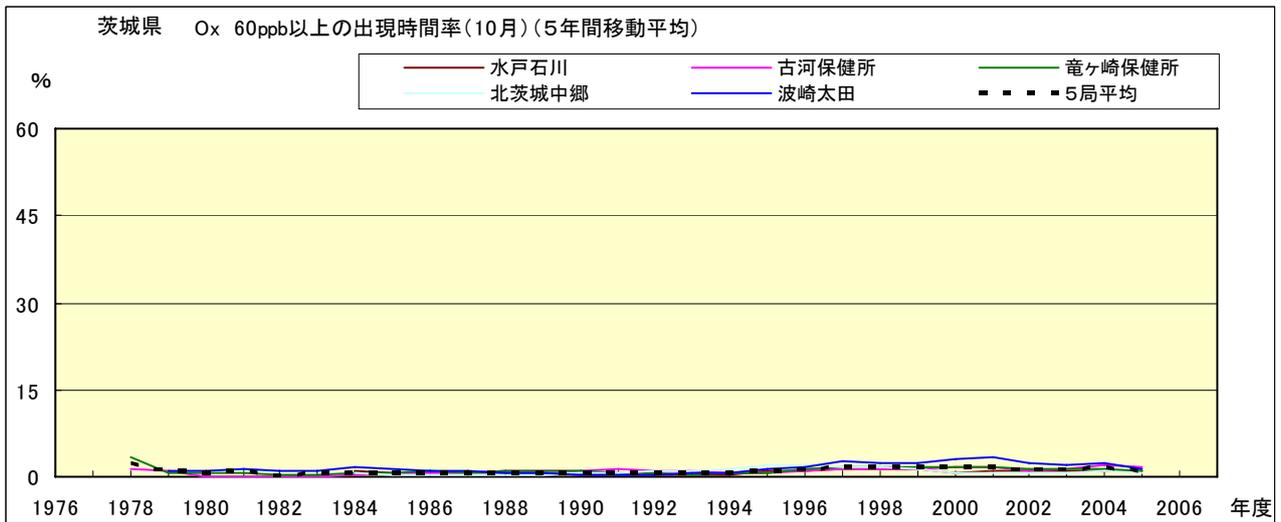


図 16-2.j' Ox 濃度 60ppb 以上の月別時間率の経年変化(10 月,5 年間移動平均)

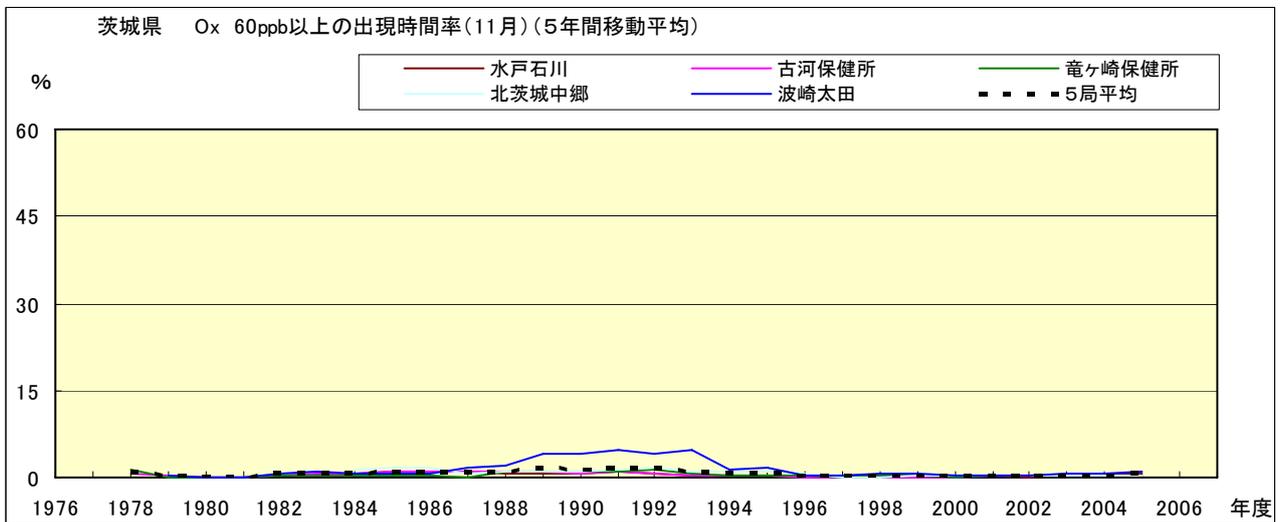


図 16-2.k' Ox 濃度 60ppb 以上の月別時間率の経年変化(11 月,5 年間移動平均)

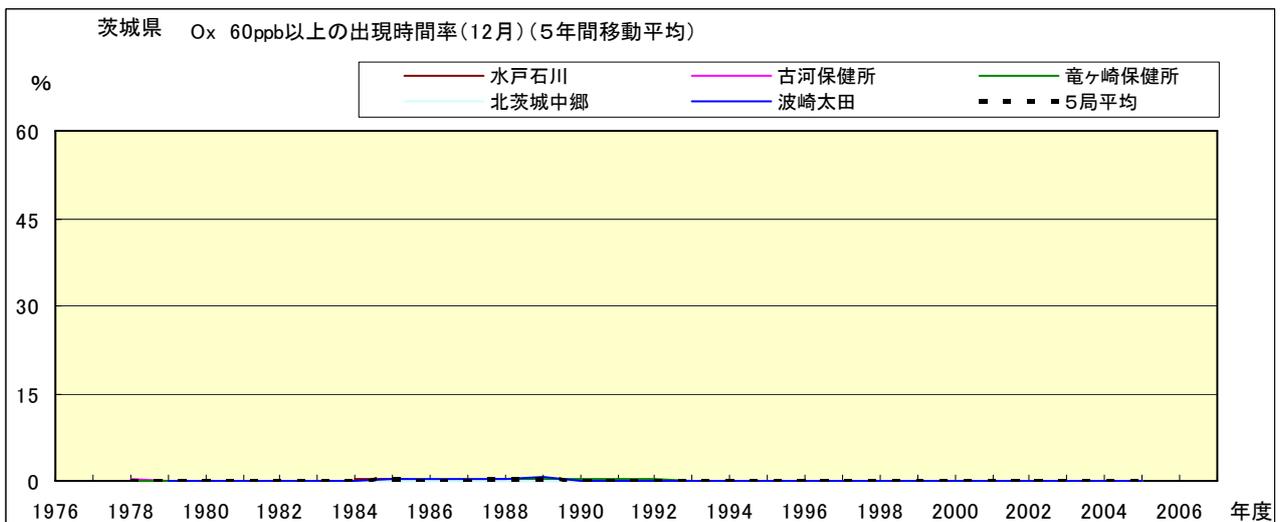


図 16-2.l' Ox 濃度 60ppb 以上の月別時間率の経年変化(12 月,5 年間移動平均)

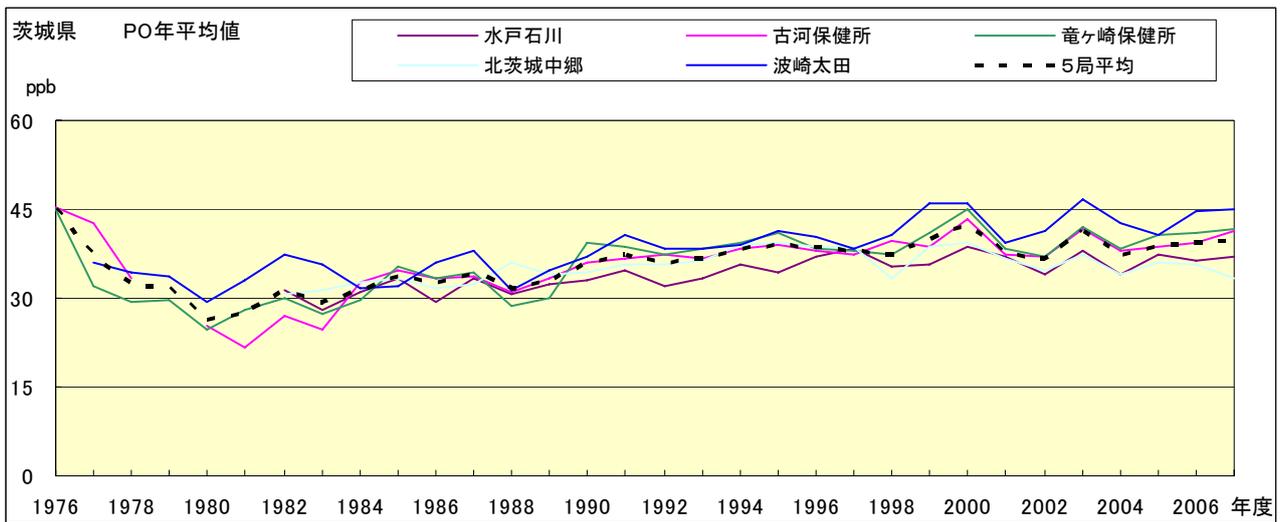


図 17.a PO 濃度年平均値の経年変化

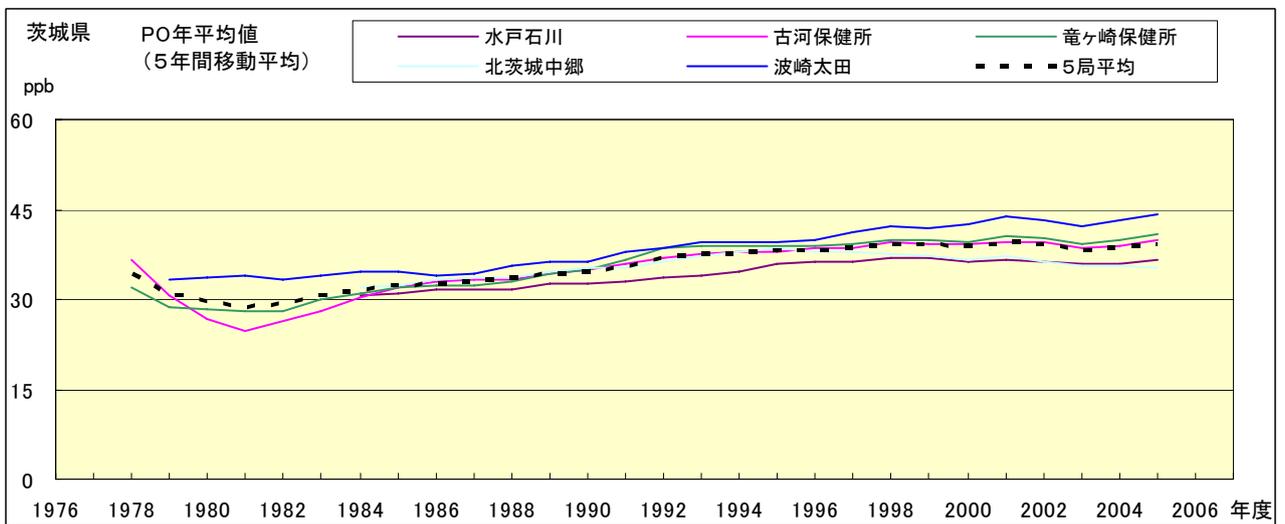


図 17.b PO 濃度年平均値の経年変化(5年間移動平均)

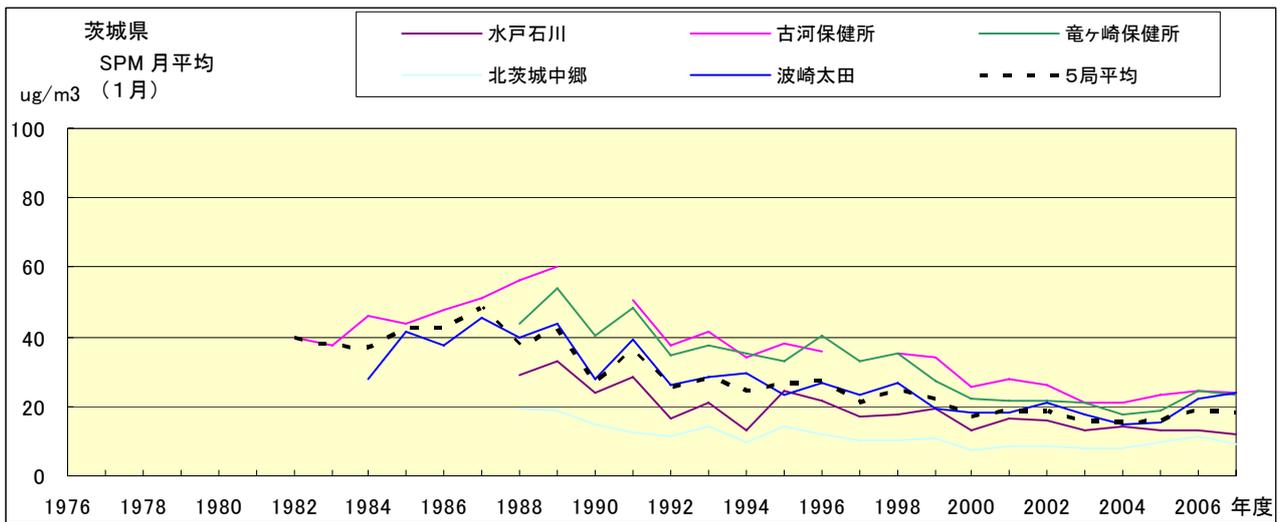


図 18.a SPM 濃度月平均値の経年変化(1月)

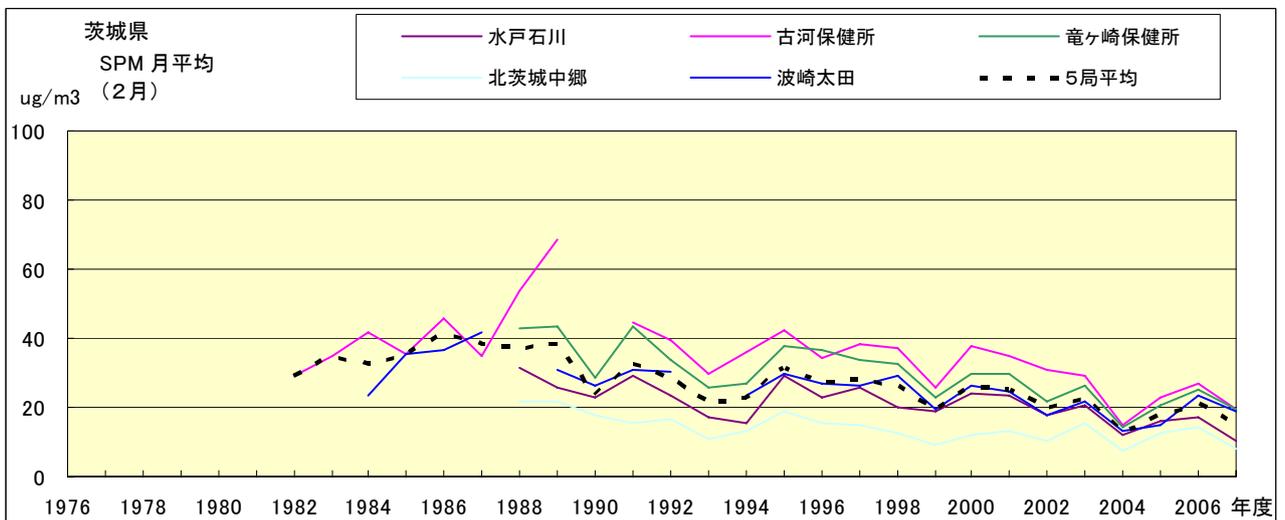


図 18.b SPM 濃度月平均値の経年変化(2月)

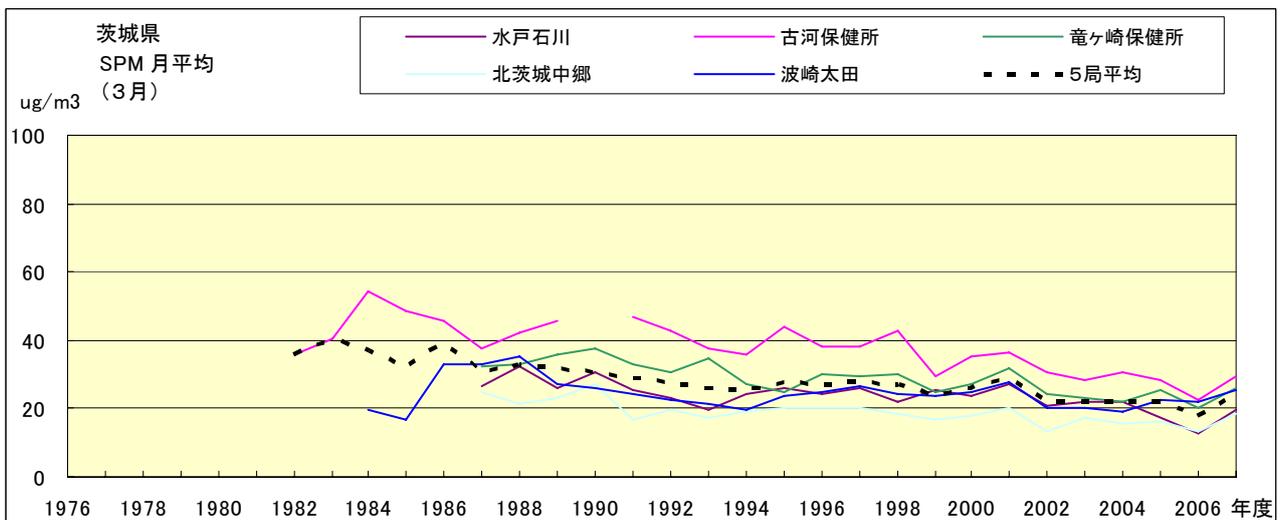


図 18.c SPM 濃度月平均値の経年変化(3月)

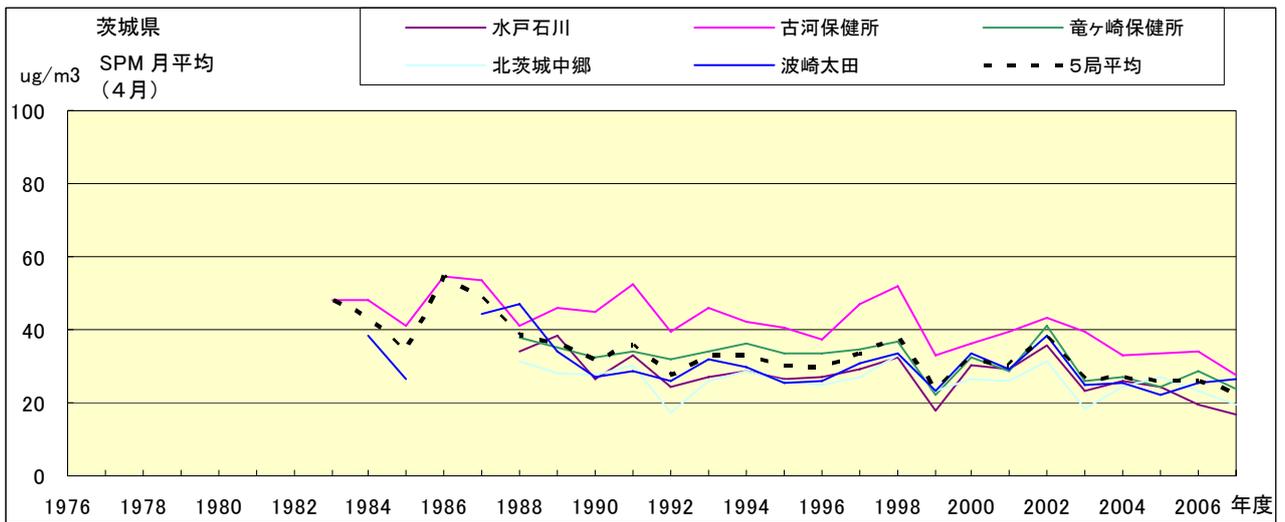


図 18.d SPM 濃度月平均値の経年変化(4月)

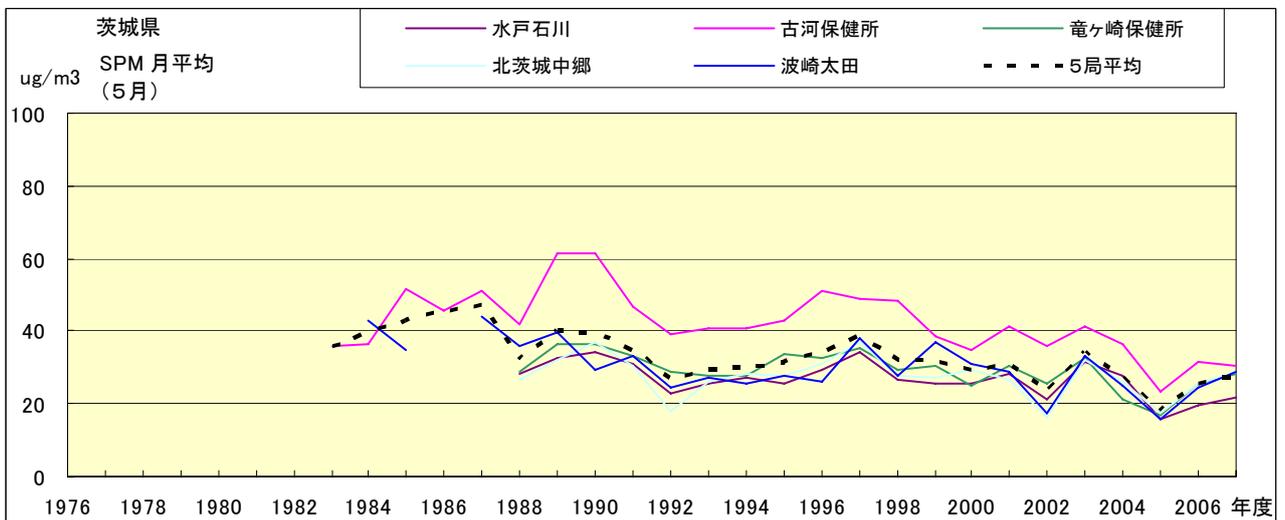


図 18.e SPM 濃度月平均値の経年変化(5月)

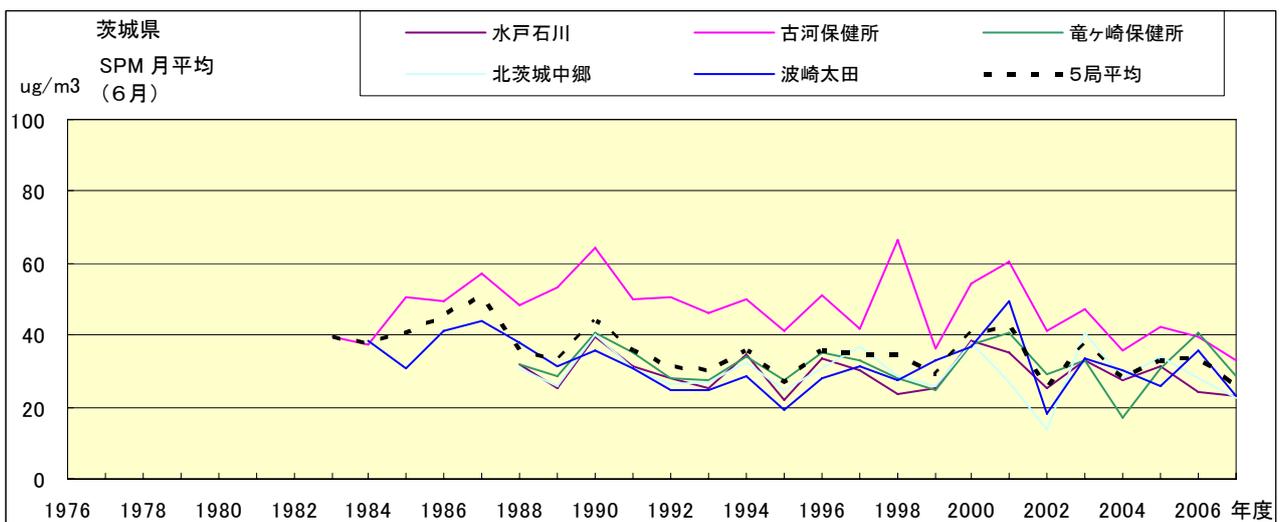


図 18.f SPM 濃度月平均値の経年変化(6月)

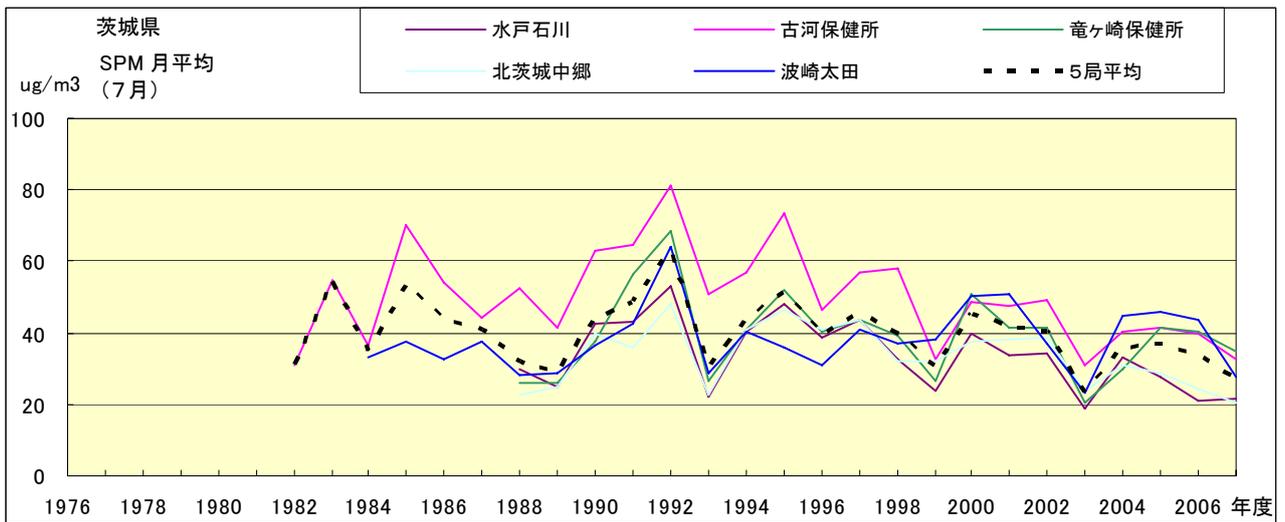


図 18.g SPM 濃度月平均値の経年変化(7月)

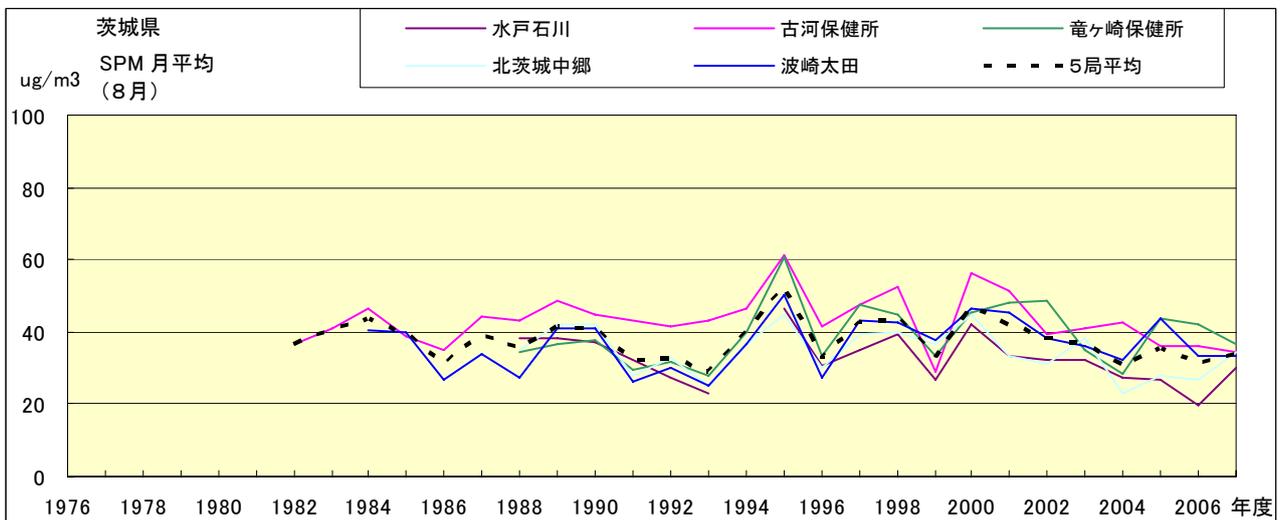


図 18.h SPM 濃度月平均値の経年変化(8月)

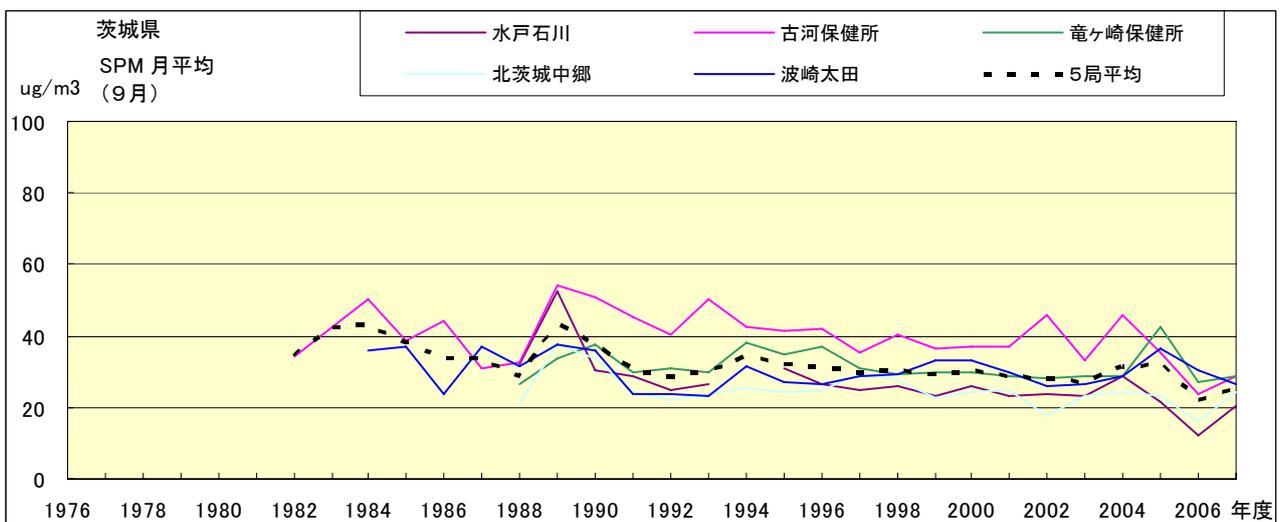


図 18.i SPM 濃度月平均値の経年変化(9月)

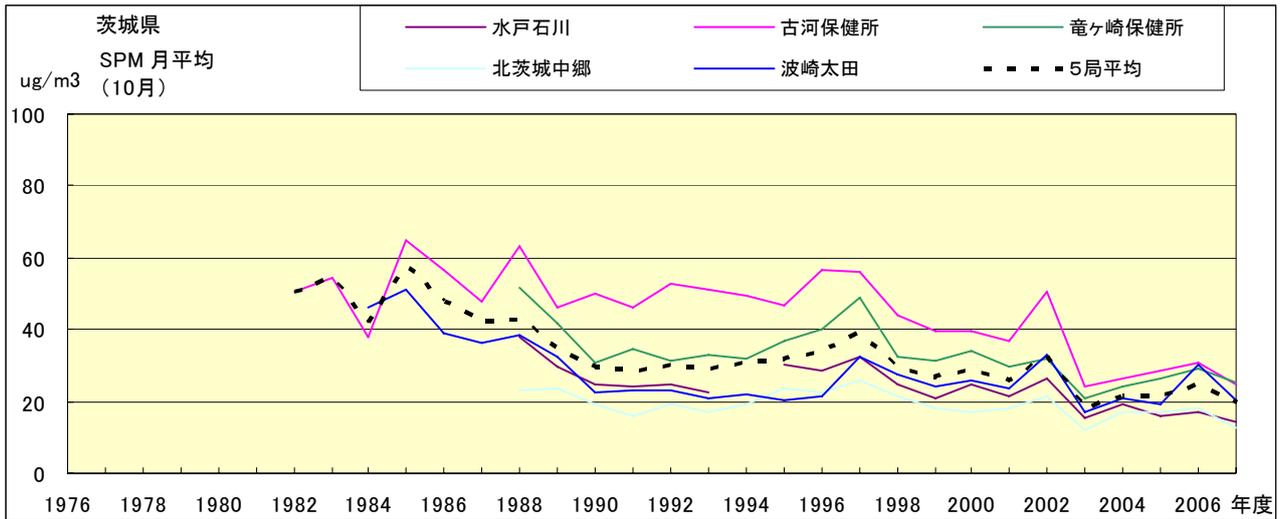


図 18.j SPM 濃度月平均値の経年変化(10月)

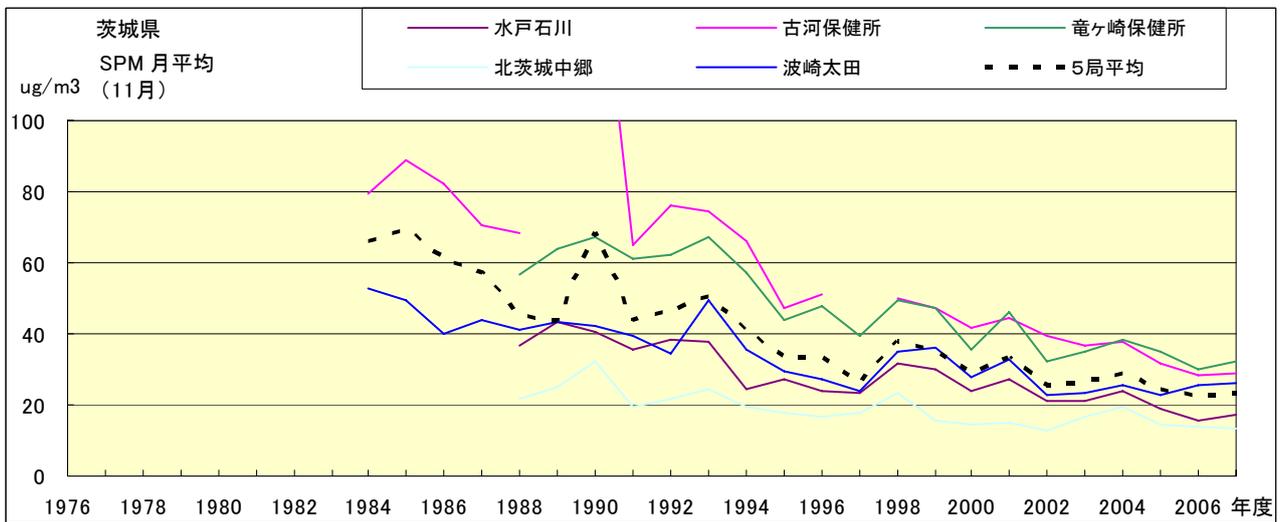


図 18.k SPM 濃度月平均値の経年変化(11月)

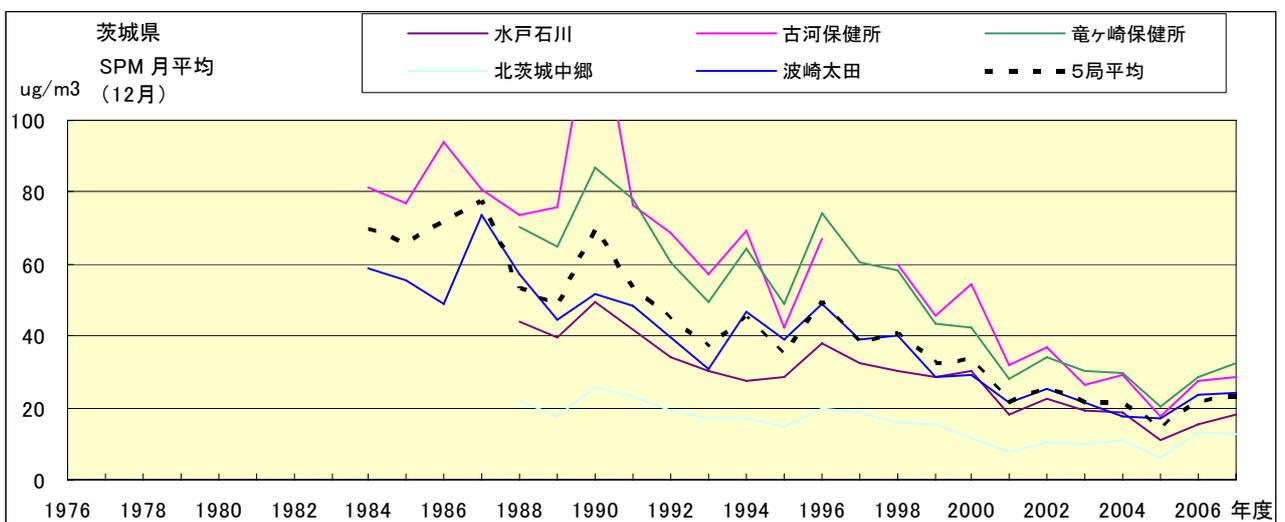


図 18.l SPM 濃度月平均値の経年変化(12月)

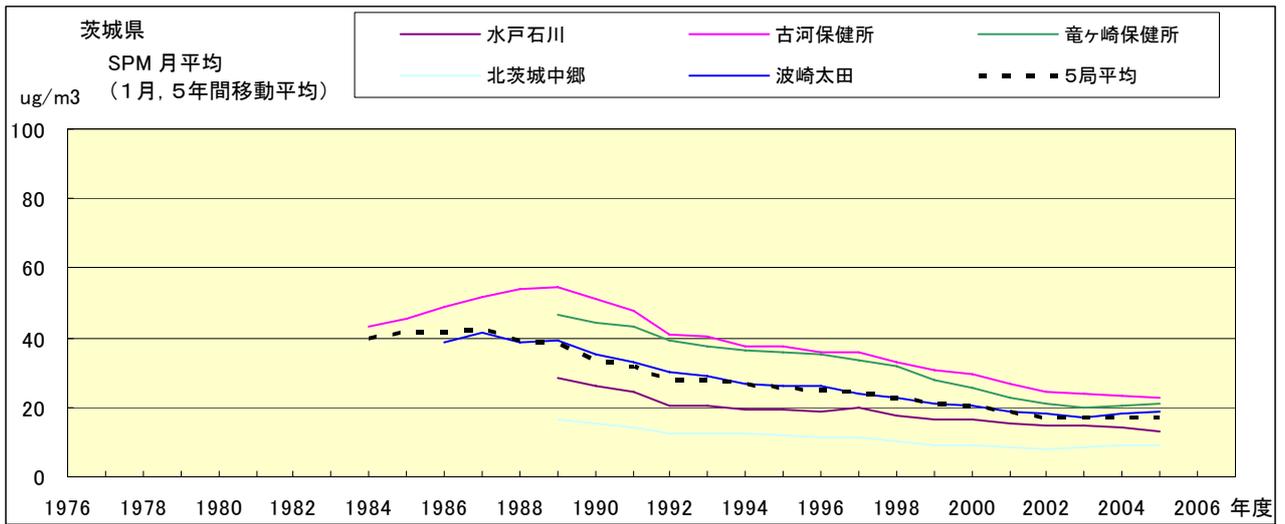


図 18.a' SPM 濃度月平均値の経年変化(1月,5年間移動平均)

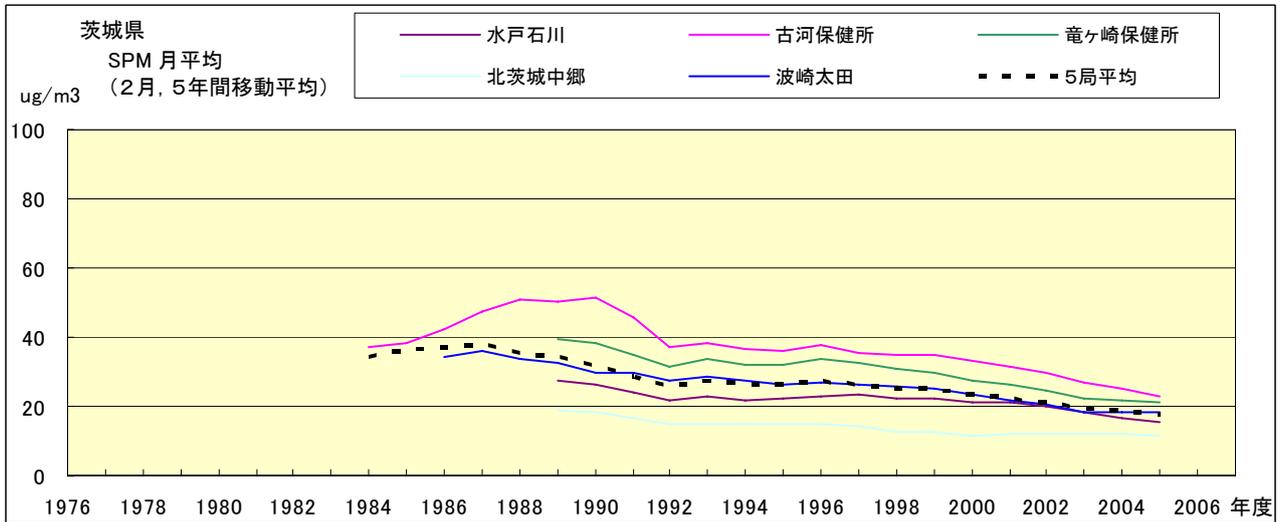


図 18.b' SPM 濃度月平均値の経年変化(2月,5年間移動平均)

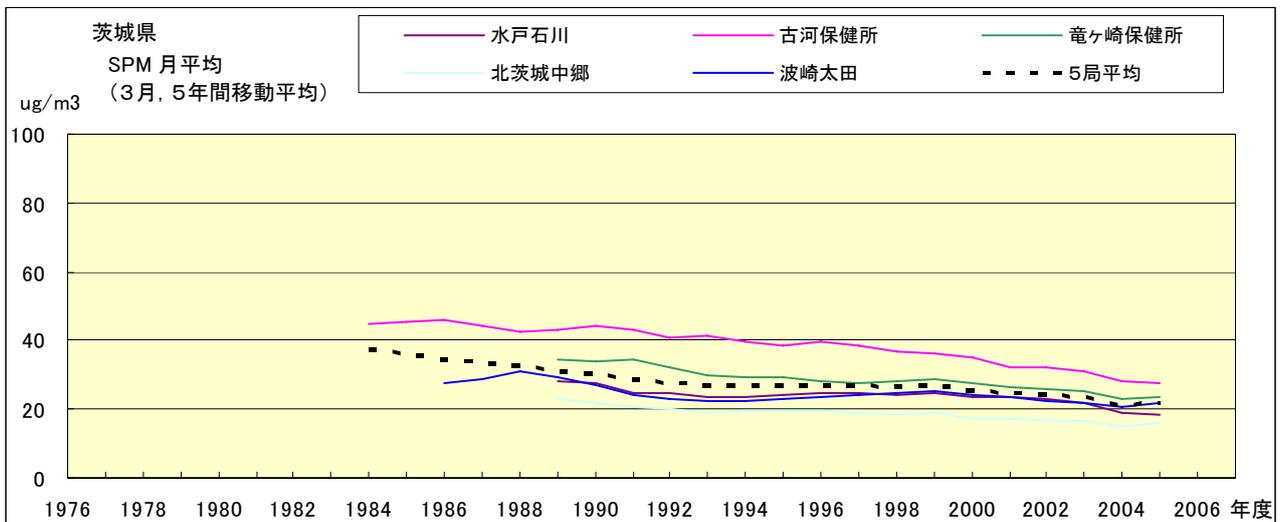


図 18.c' SPM 濃度月平均値の経年変化(3月,5年間移動平均)

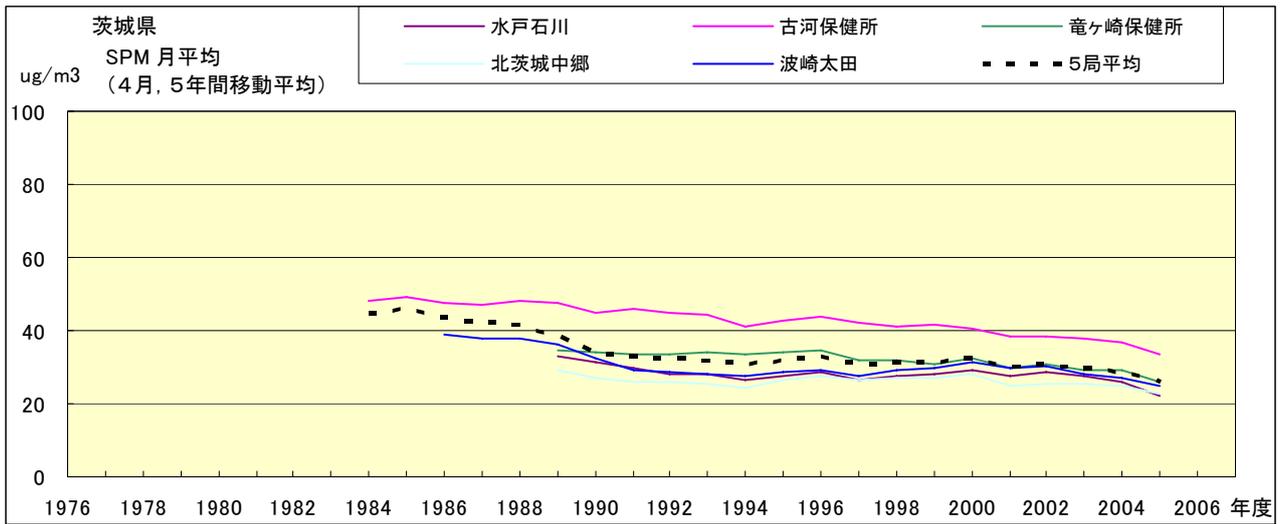


図 18.d' SPM 濃度月平均値の経年変化(4月,5年間移動平均)

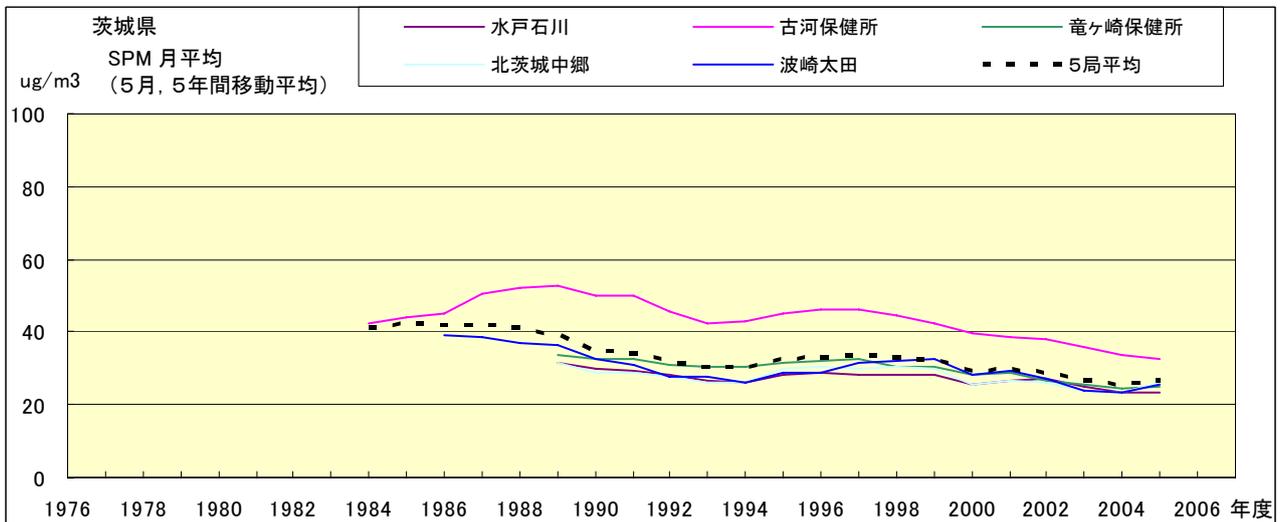


図 18.e' SPM 濃度月平均値の経年変化(5月,5年間移動平均)

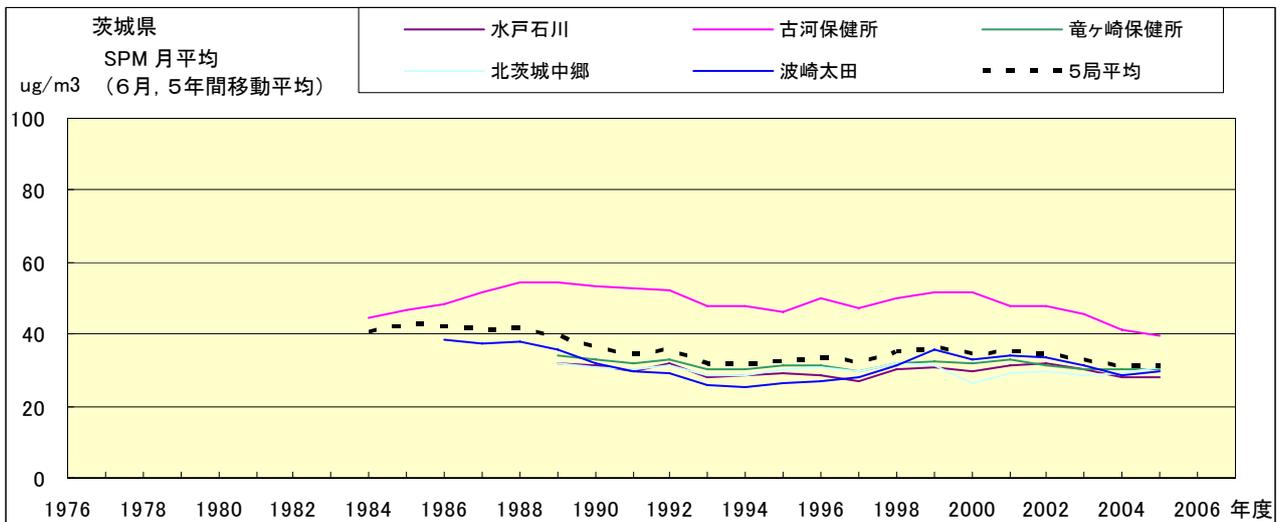


図 18.f' SPM 濃度月平均値の経年変化(6月,5年間移動平均)

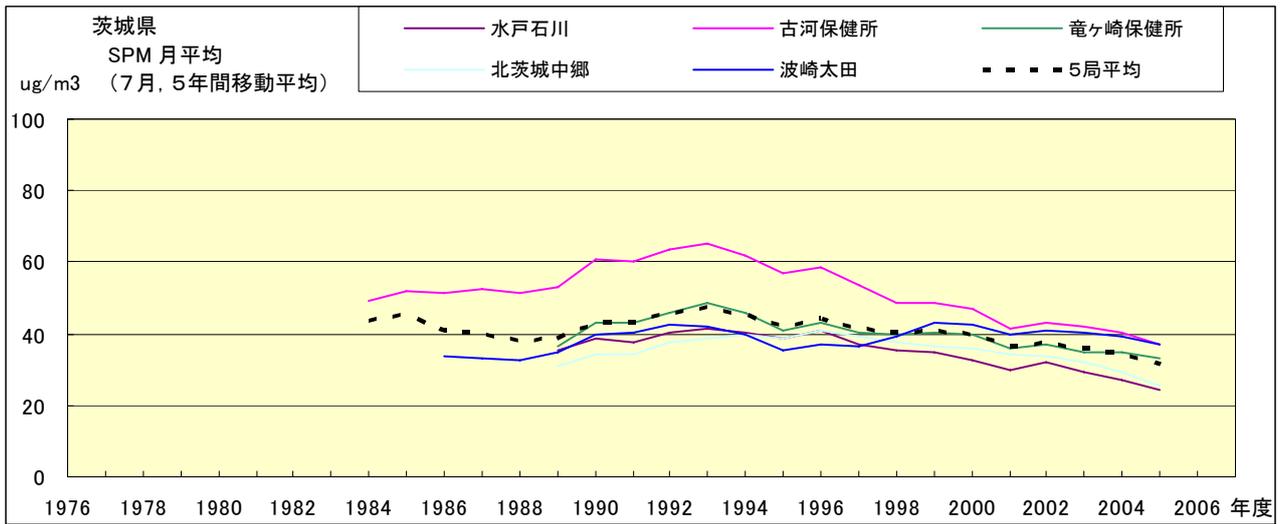


図 18.g' SPM 濃度月平均値の経年変化(7月,5年間移動平均)

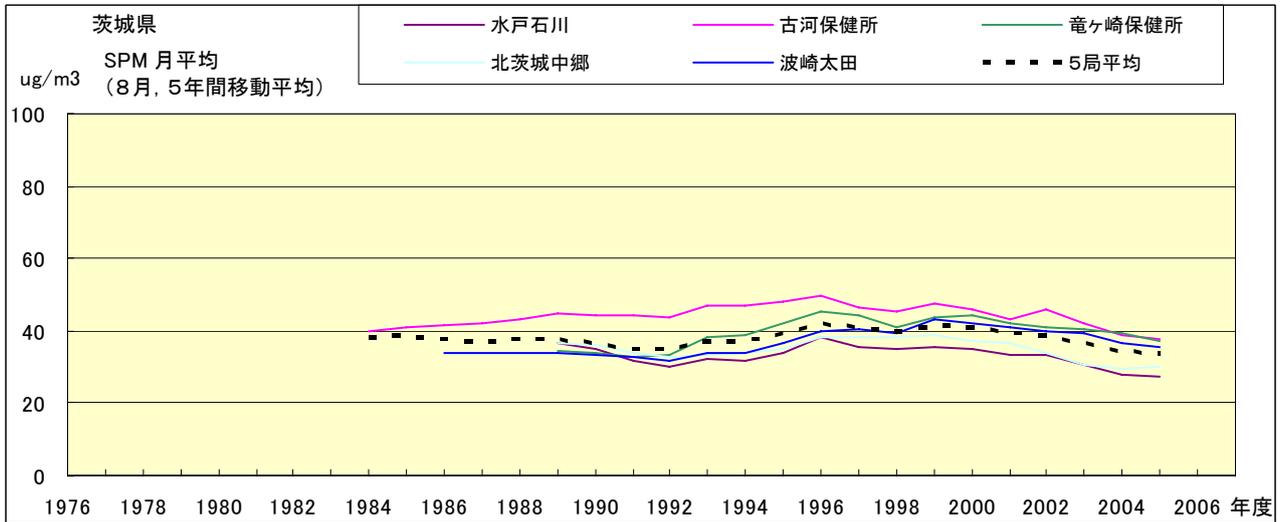


図 18.h' SPM 濃度月平均値の経年変化(8月,5年間移動平均)

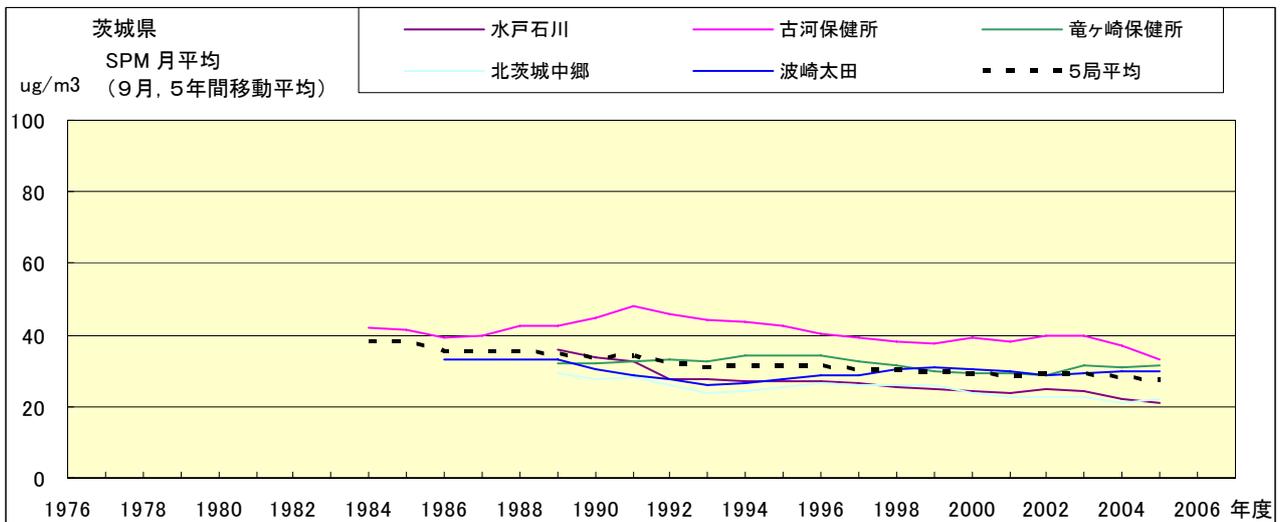


図 18.i' SPM 濃度月平均値の経年変化(9月,5年間移動平均)

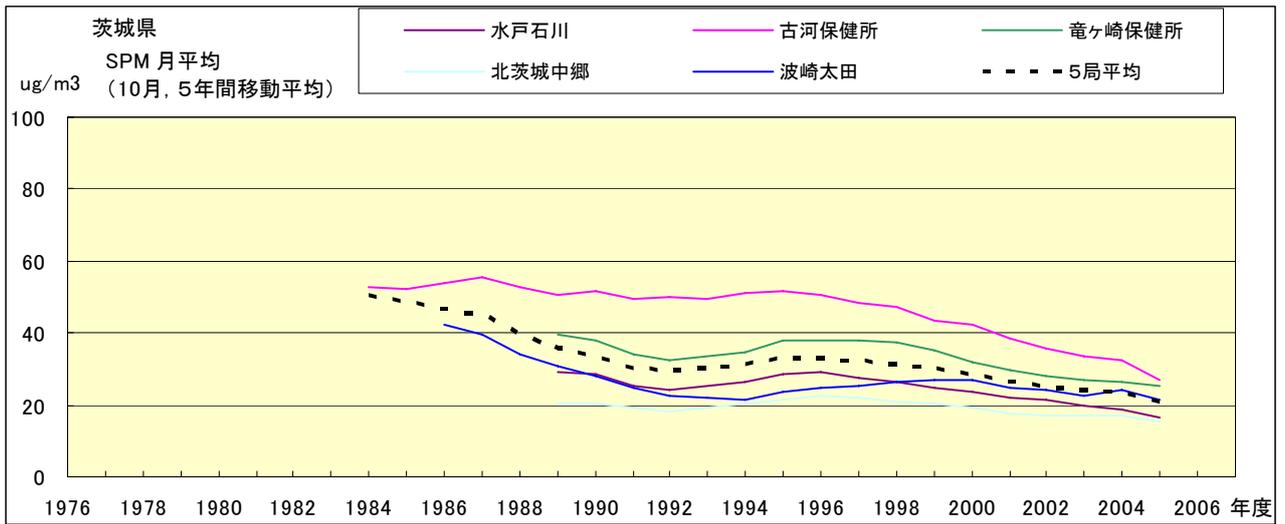


図 18.j' SPM 濃度月平均値の経年変化(10月,5年間移動平均)

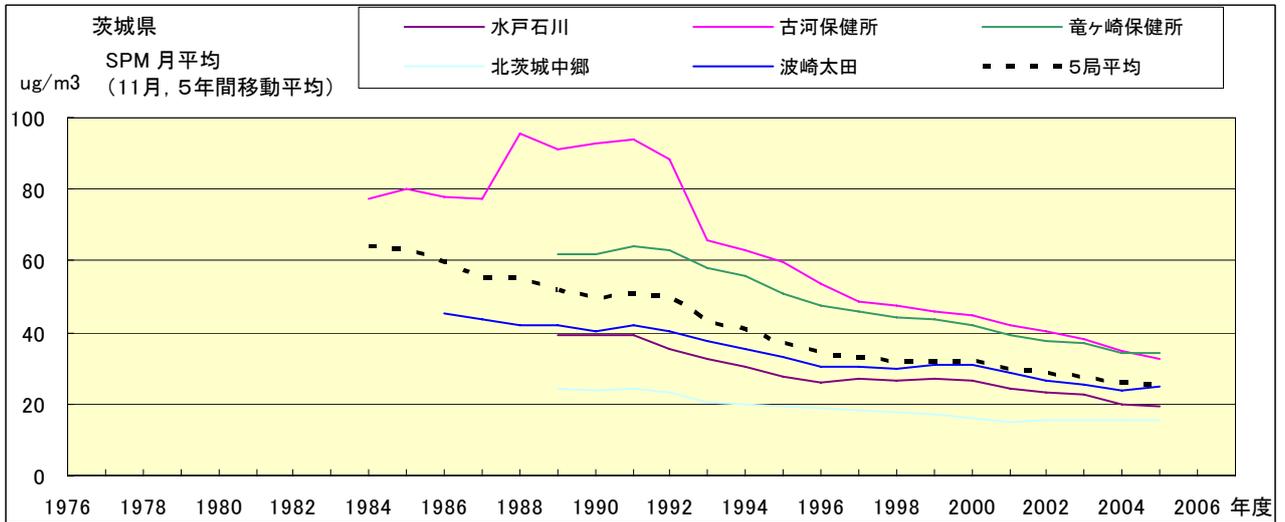


図 18.k' SPM 濃度月平均値の経年変化(11月,5年間移動平均)

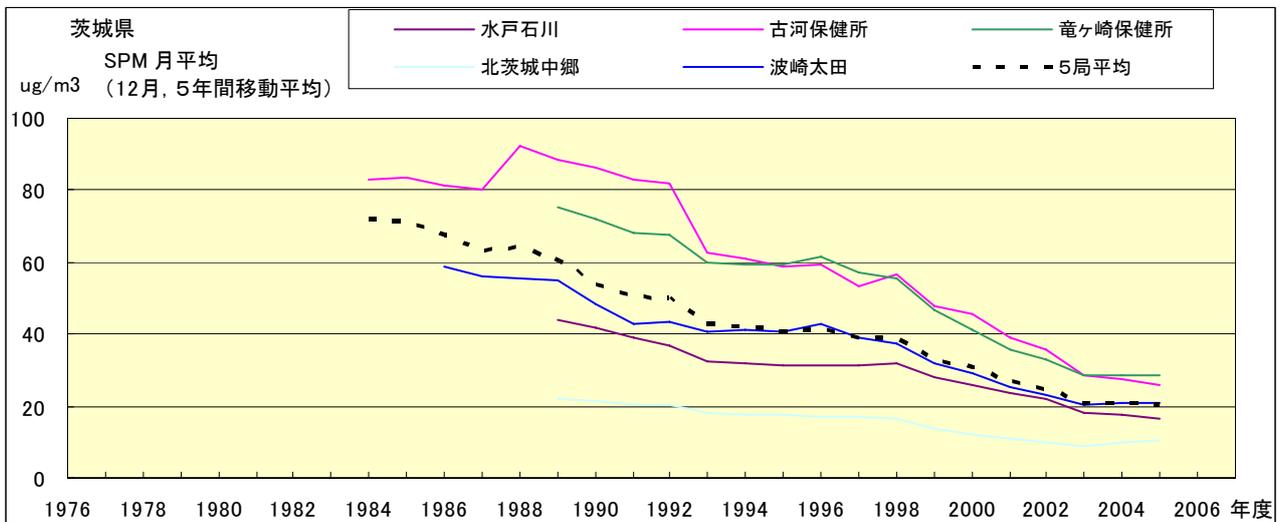


図 18.l' SPM 濃度月平均値の経年変化(12月,5年間移動平均)

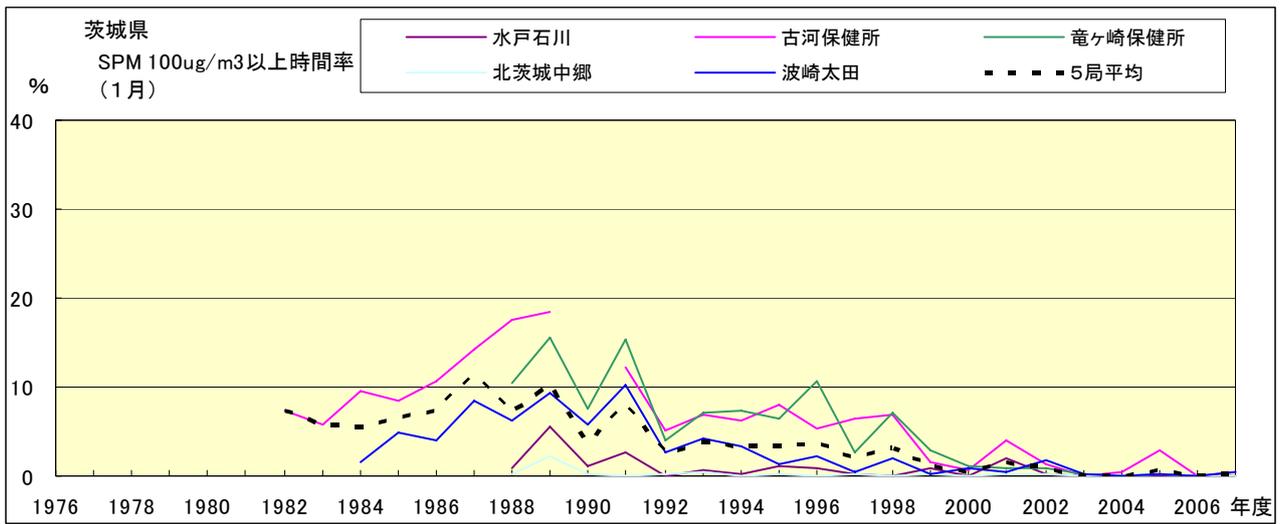


図 19-2.a SPM100 μ g/m³ 以上の時間率の経年変化(1月)

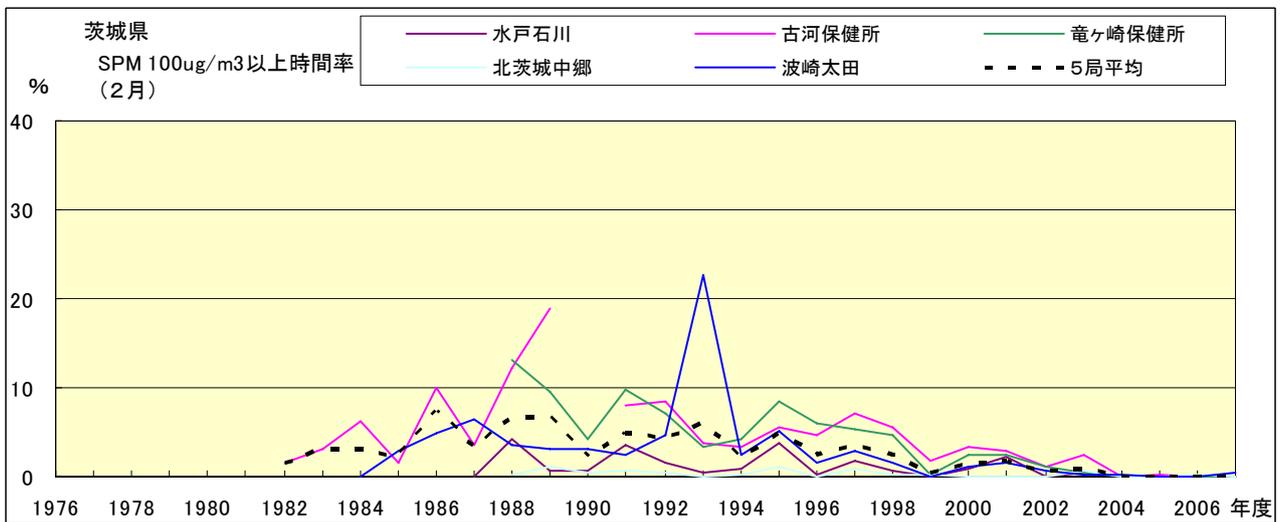


図 19-2.b SPM100 μ g/m³ 以上の時間率の経年変化(2月)

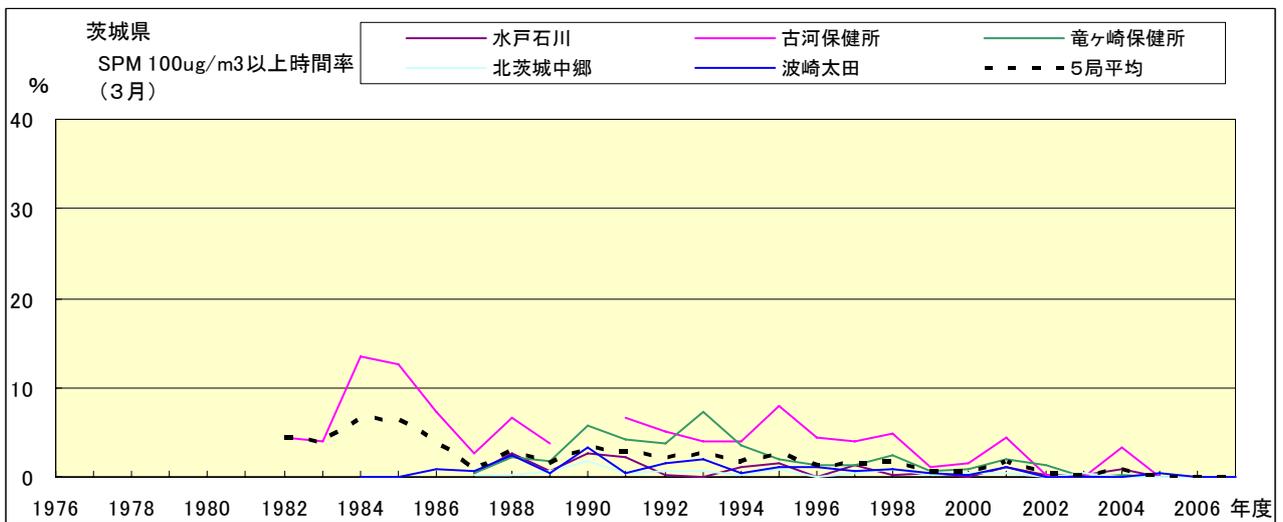


図 19-2.c SPM100 μ g/m³ 以上の時間率の経年変化(3月)

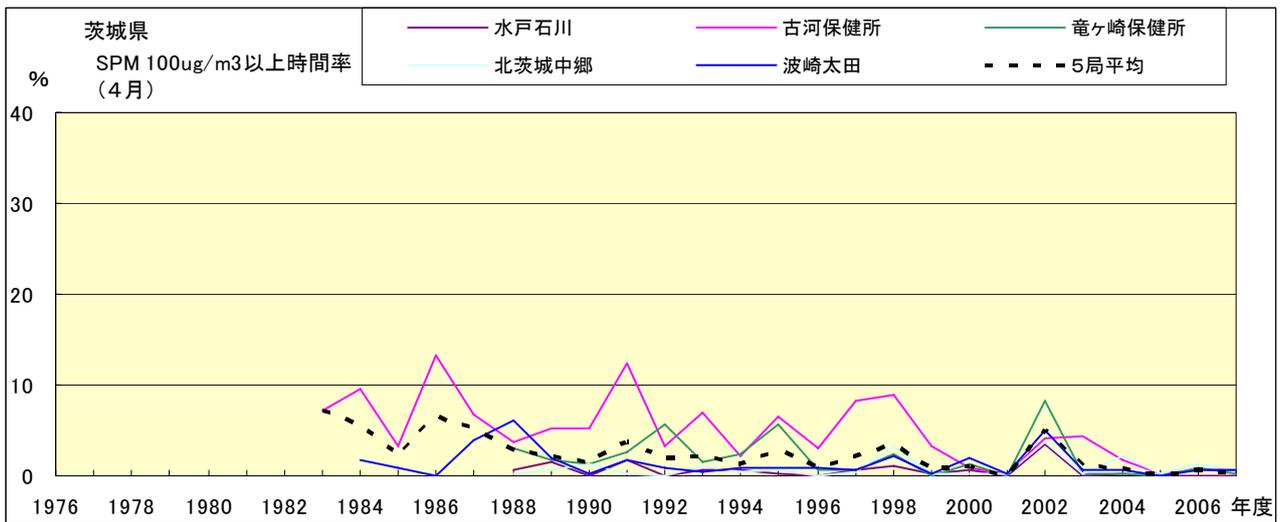


図 19-2.d SPM100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上の時間率の経年変化(4月)

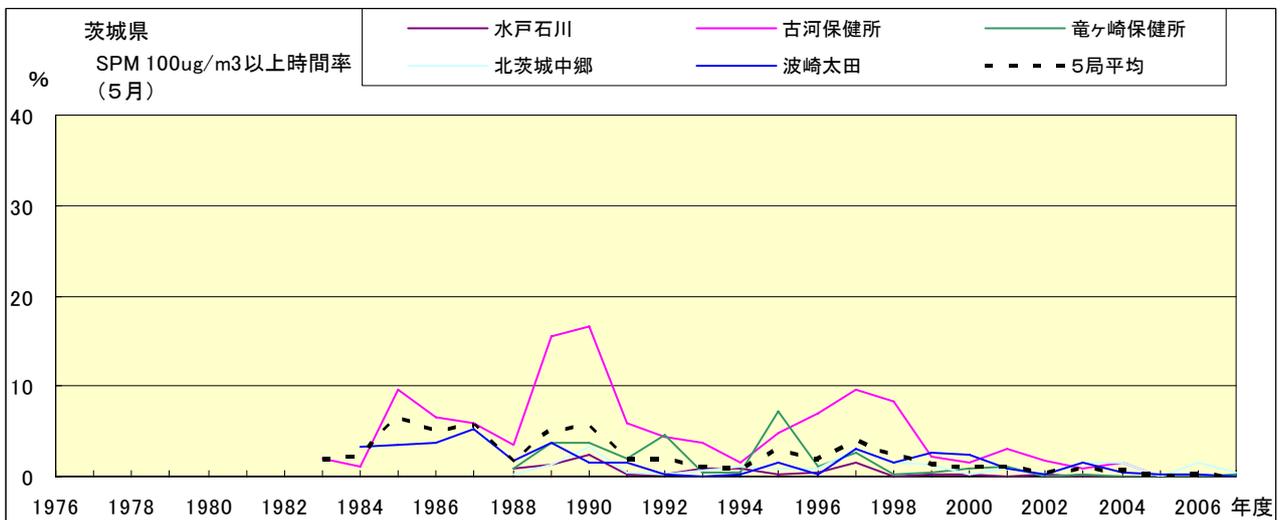


図 19-2.e SPM100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上の時間率の経年変化(5月)

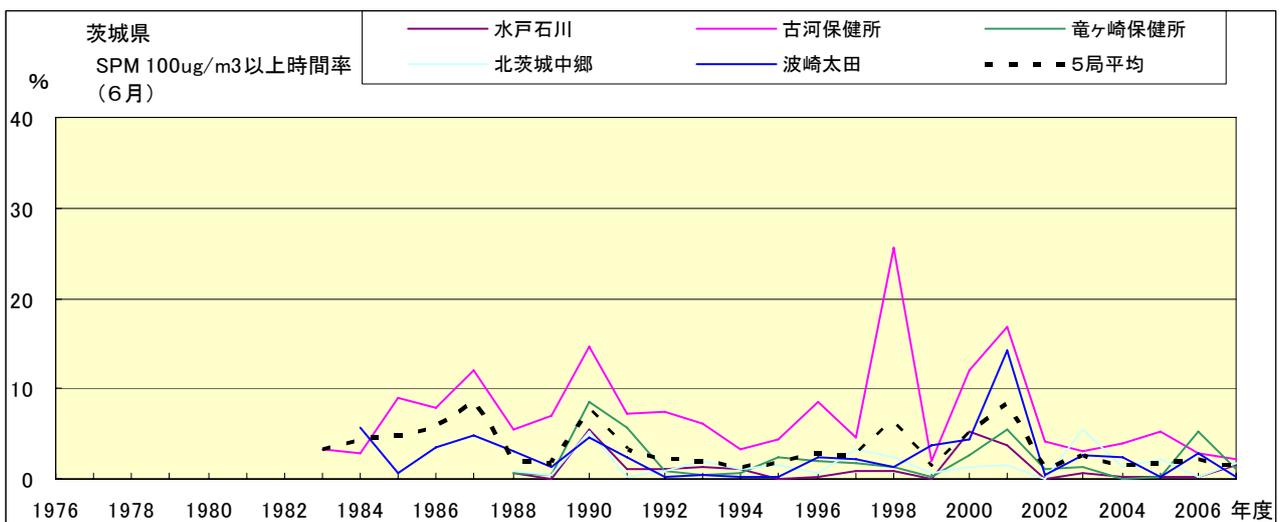


図 19-2.f SPM100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上の時間率の経年変化(6月)

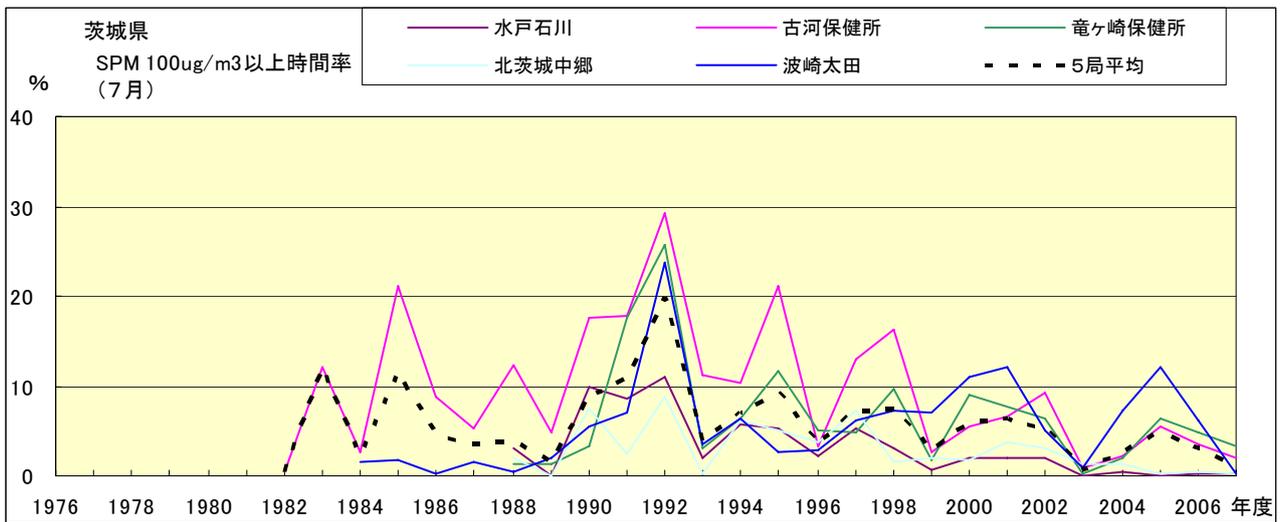


図 19-2.g SPM100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上の時間率の経年変化(7月)

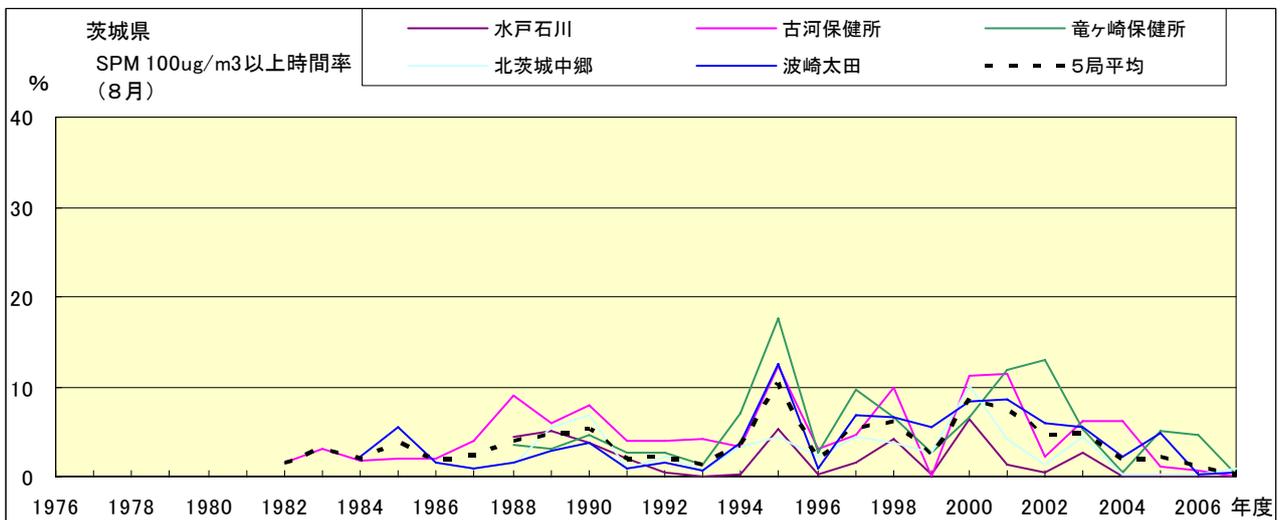


図 19-2.h SPM100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上の時間率の経年変化(8月)

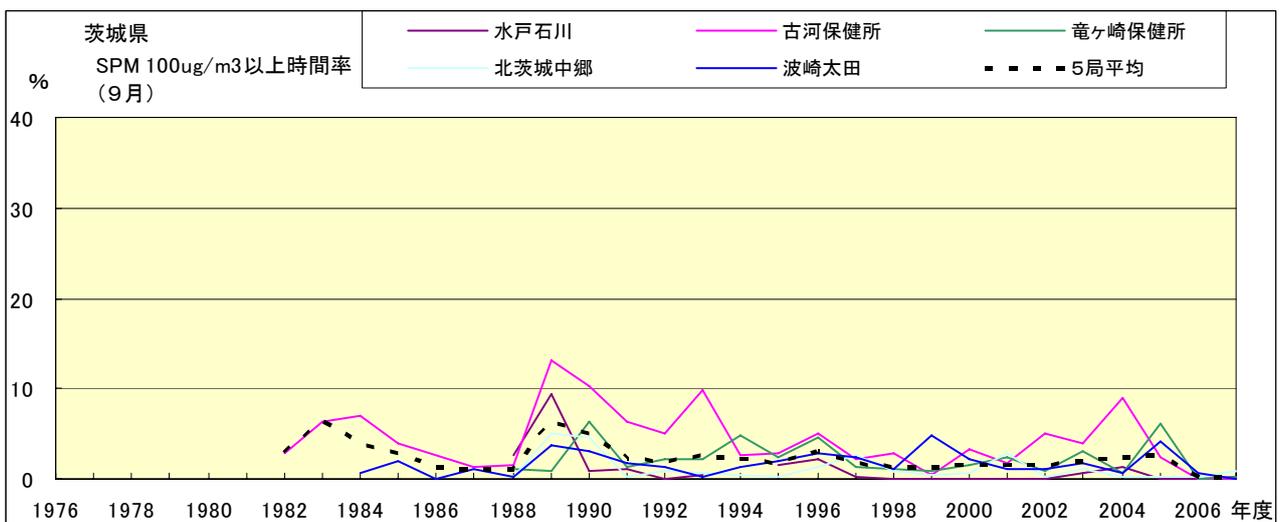


図 19-2.i SPM100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上の時間率の経年変化(9月)

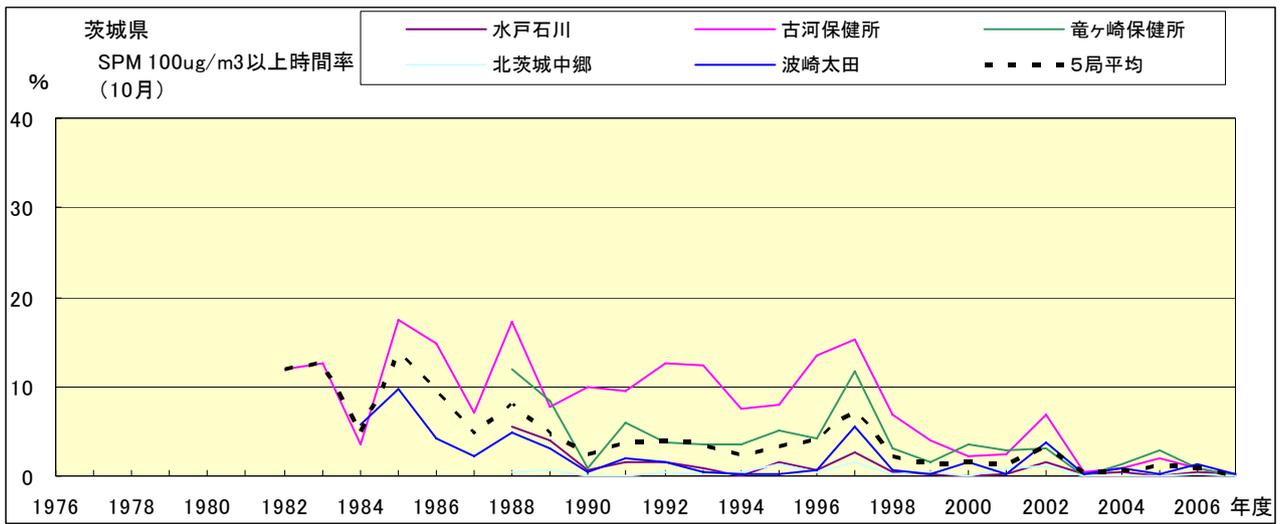


図 19-2.j SPM100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上の時間率の経年変化(10月)

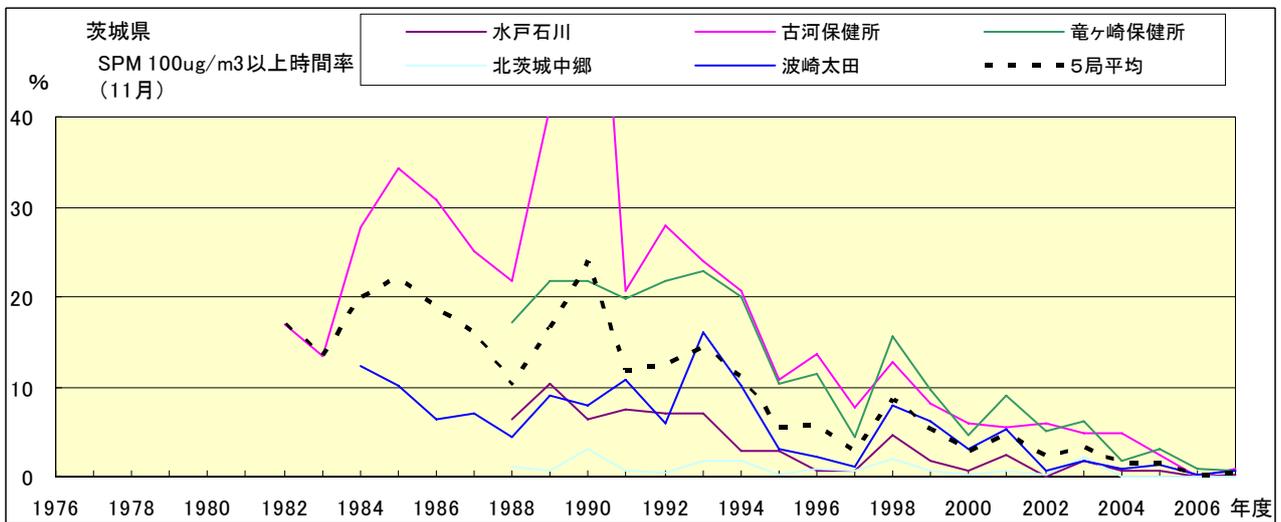


図 19-2.k SPM100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上の時間率の経年変化(11月)

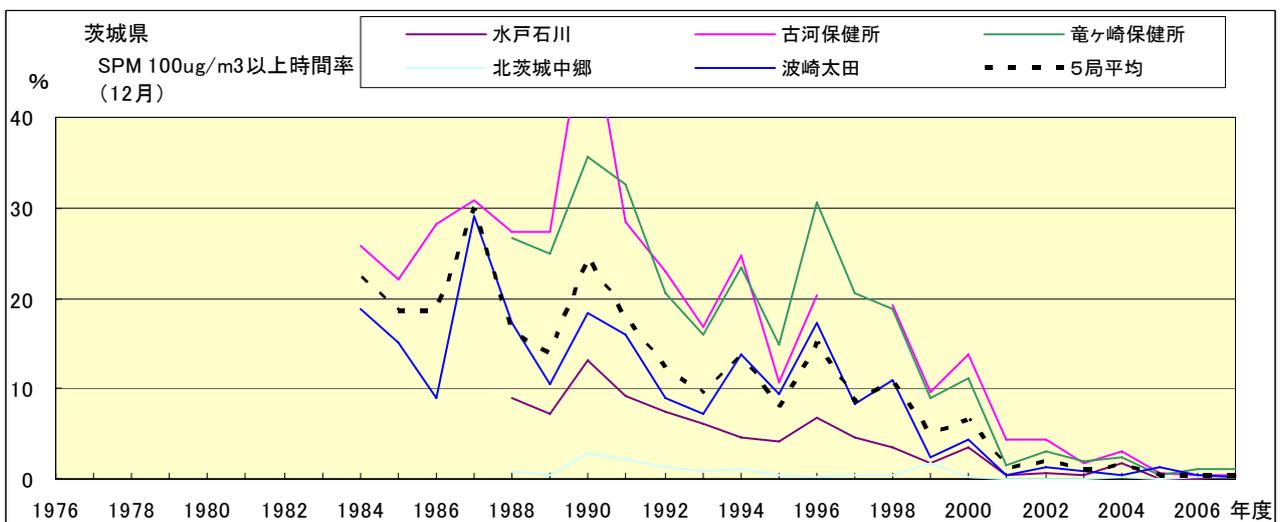


図 19-2.l SPM100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上の時間率の経年変化(12月)

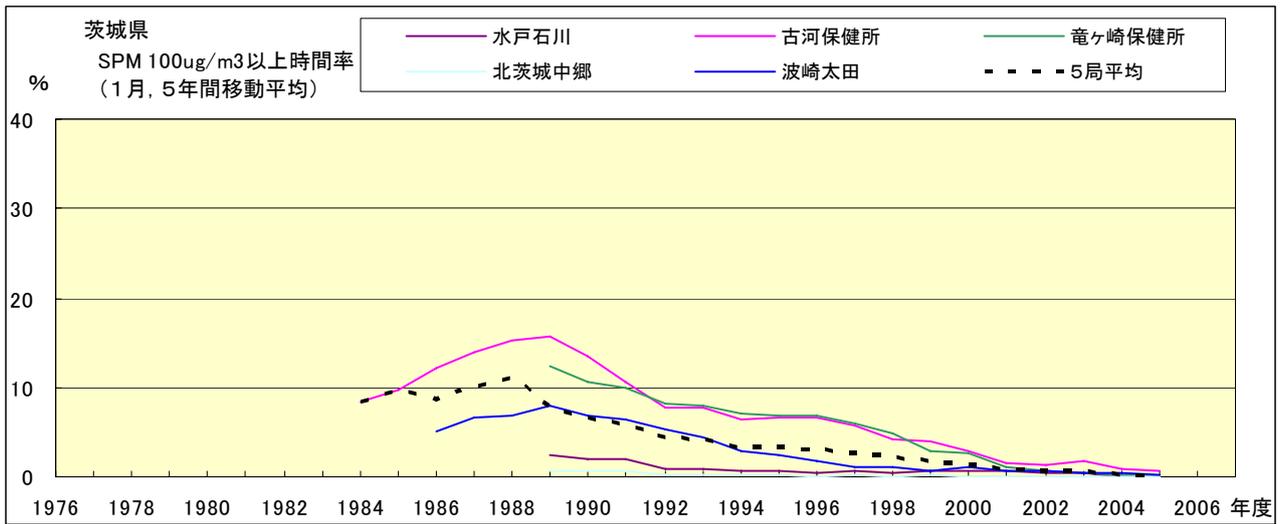


図 19-2.a' SPM100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上の時間率の経年変化(1月,5年間移動平均)

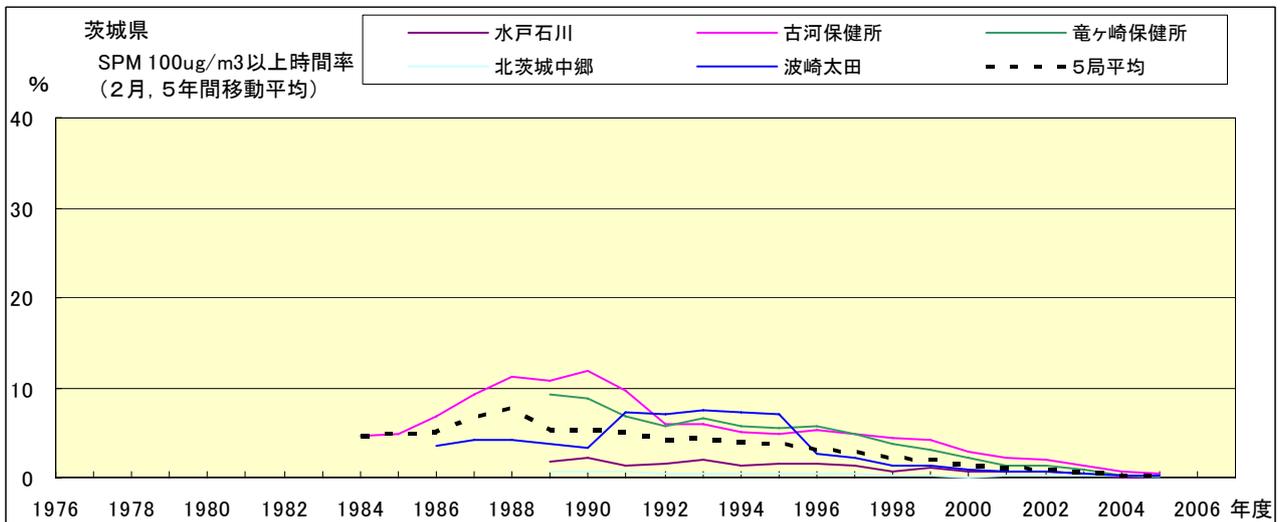


図 19-2.b' SPM100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上の時間率の経年変化(2月,5年間移動平均)

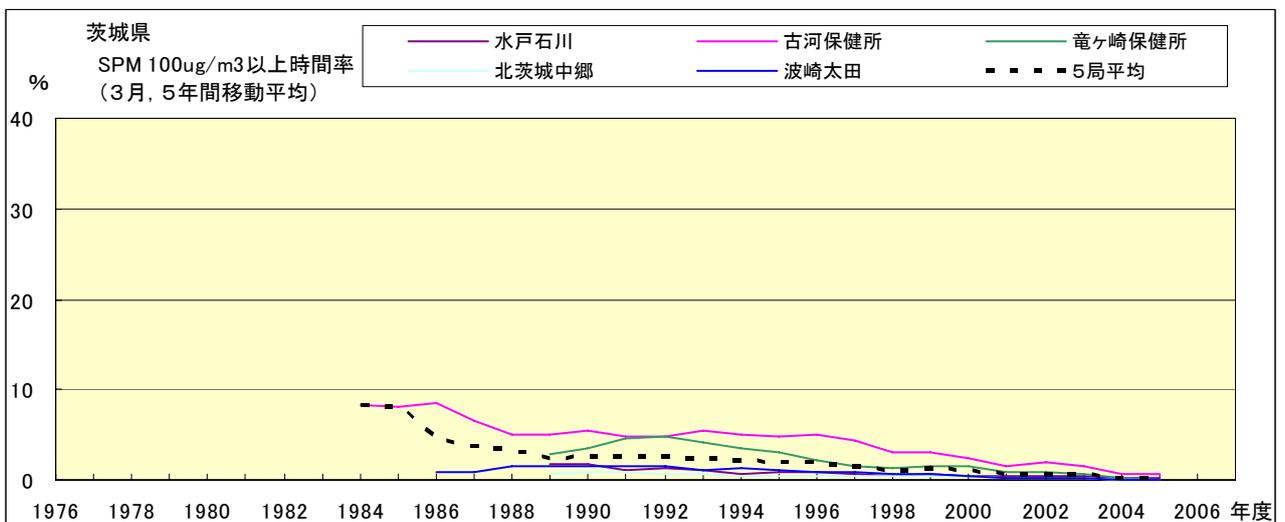


図 19-2.c' SPM100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上の時間率の経年変化(3月,5年間移動平均)

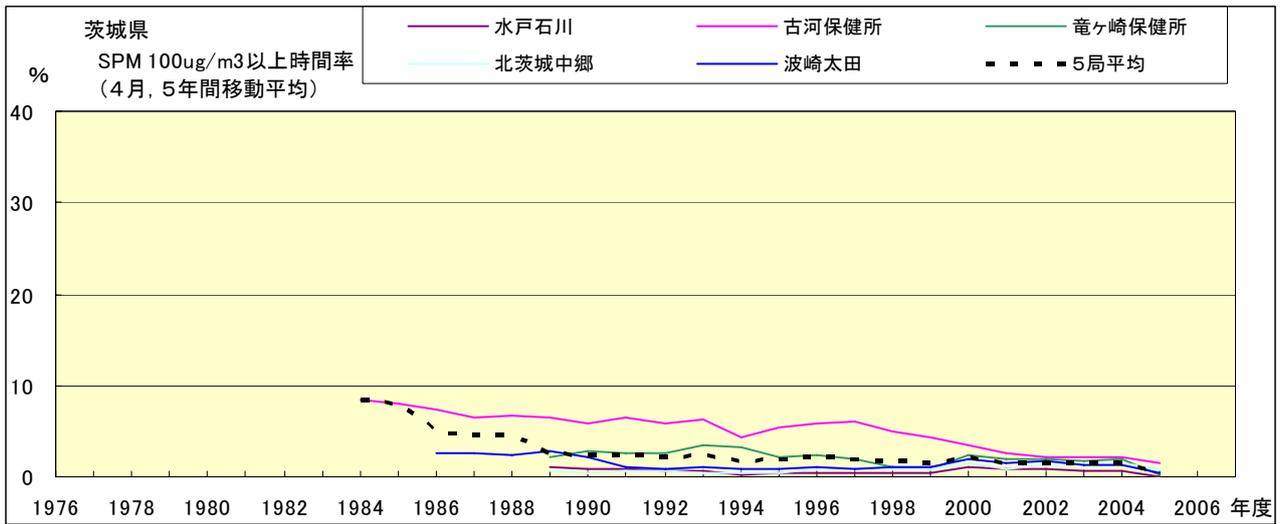


図 19-2.d' SPM100 μ g/m³ 以上の時間率の経年変化(4月,5年間移動平均)

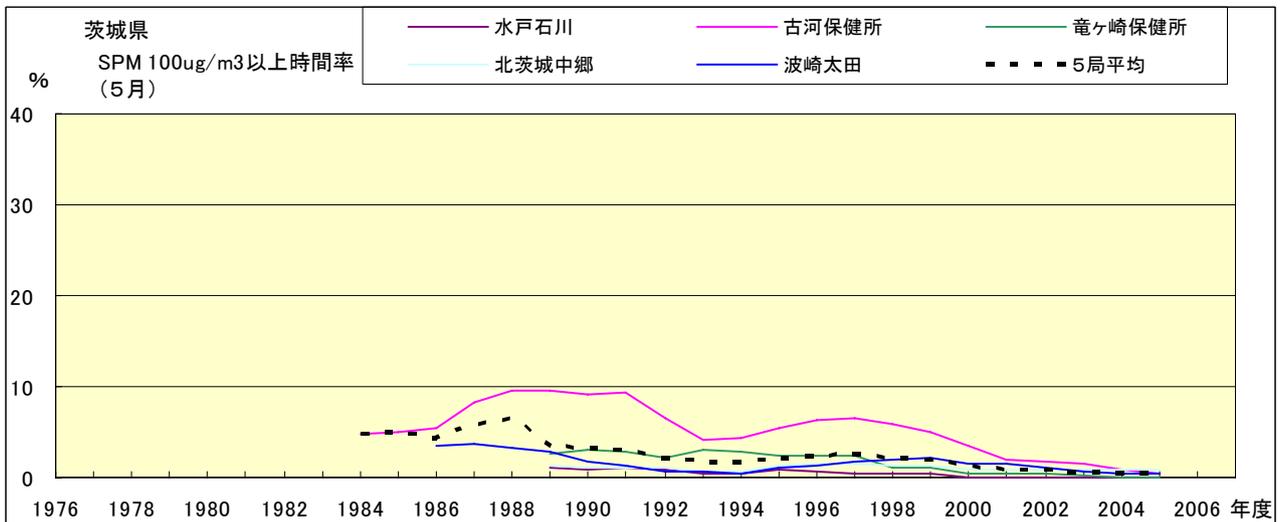


図 19-2.e' SPM100 μ g/m³ 以上の時間率の経年変化(5月,5年間移動平均)

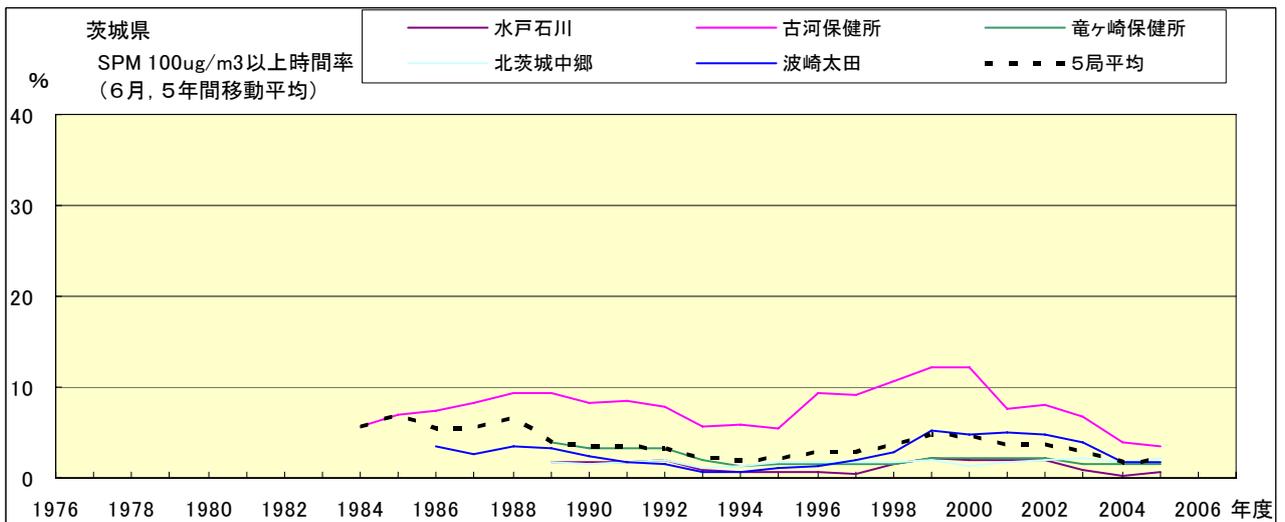


図 19-2.f' SPM100 μ g/m³ 以上の時間率の経年変化(6月,5年間移動平均)

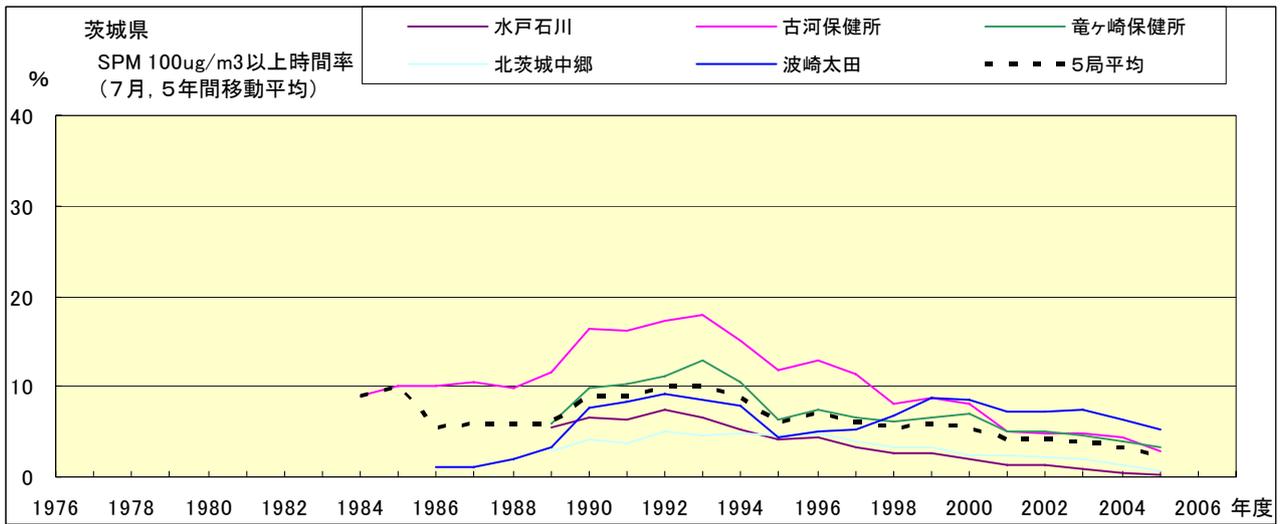


図 19-2.g' SPM100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上の時間率の経年変化(7月,5年間移動平均)

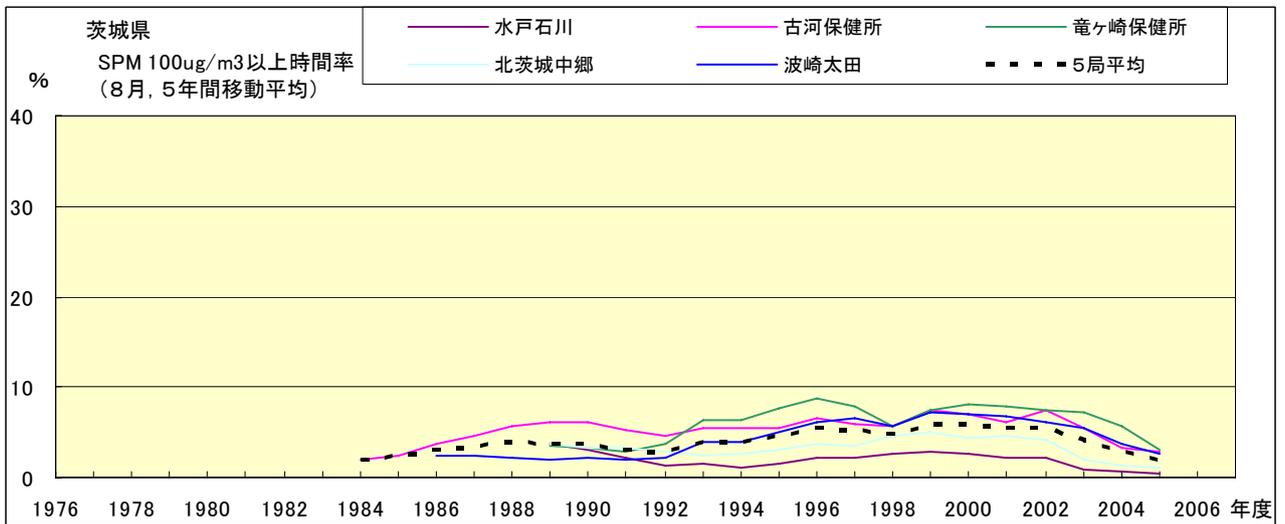


図 19-2.h' SPM100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上の時間率の経年変化(8月,5年間移動平均)

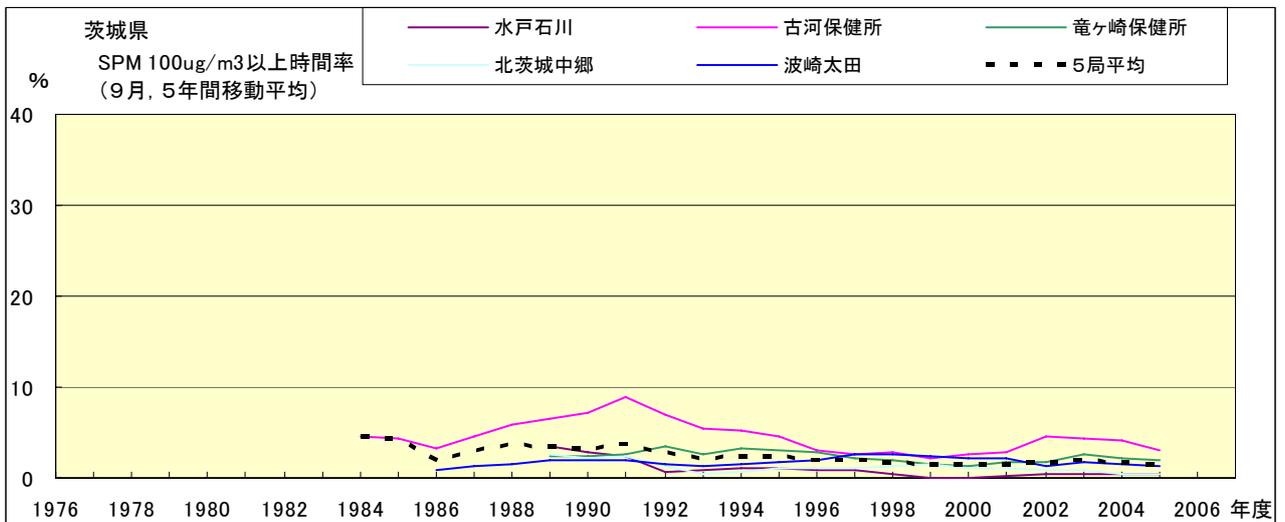


図 19-2.i' SPM100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上の時間率の経年変化(9月,5年間移動平均)

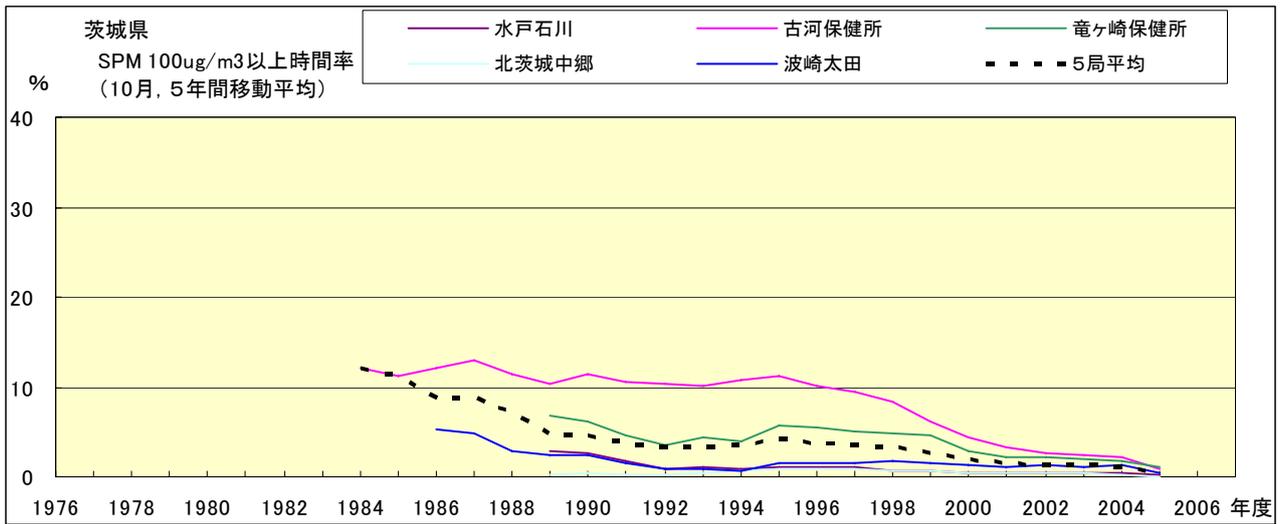


図 19-2.j' SPM100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上の時間率の経年変化(10月,5年間移動平均)

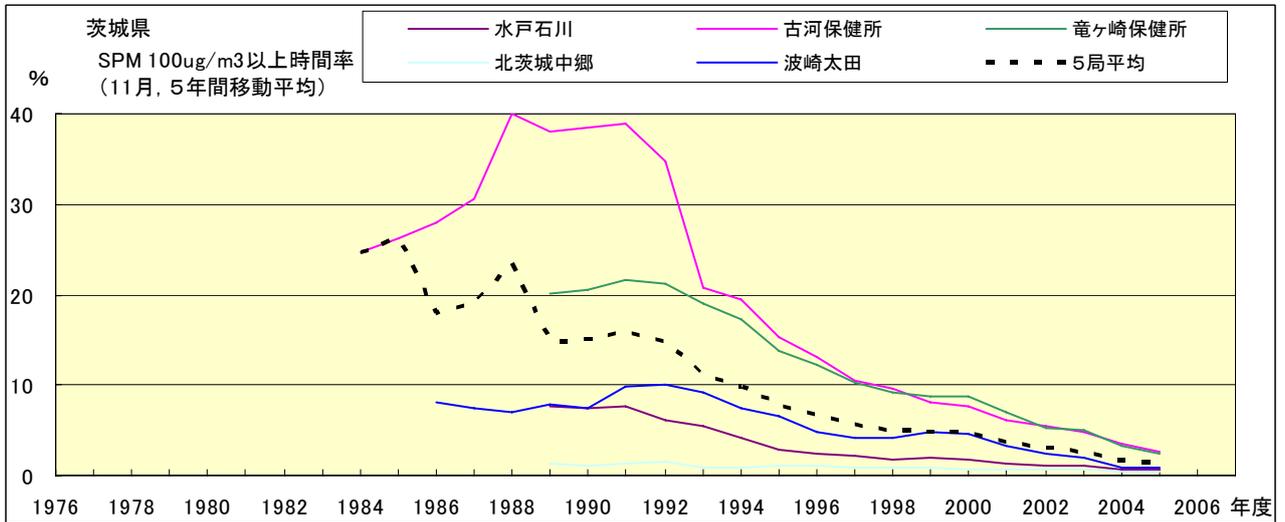


図 19-2.k' SPM100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上の時間率の経年変化(11月,5年間移動平均)

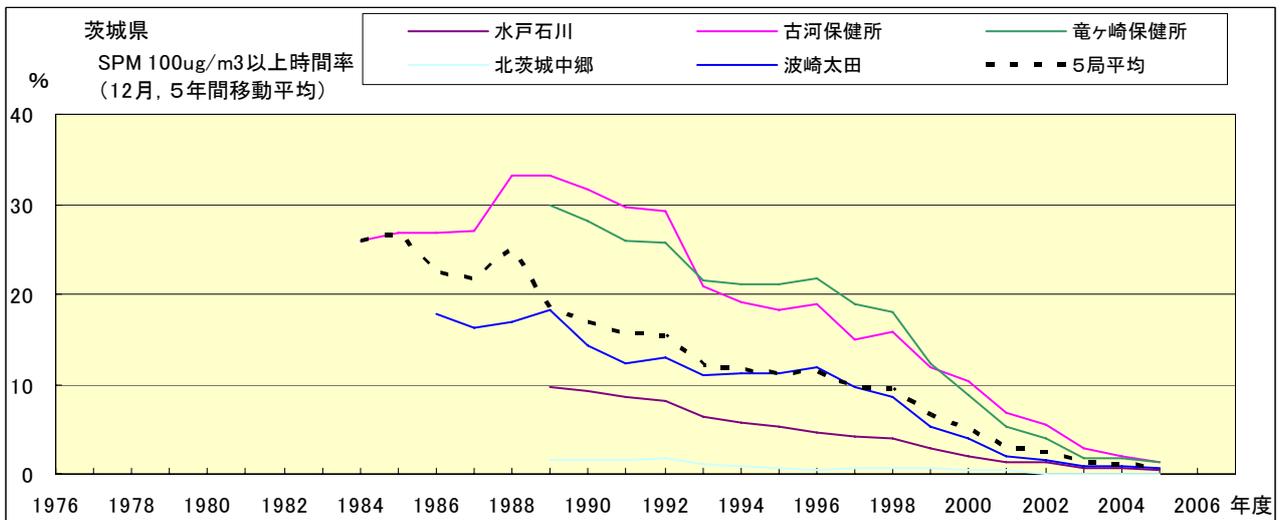


図 19-2.l' SPM100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上の時間率の経年変化(12月,5年間移動平均)

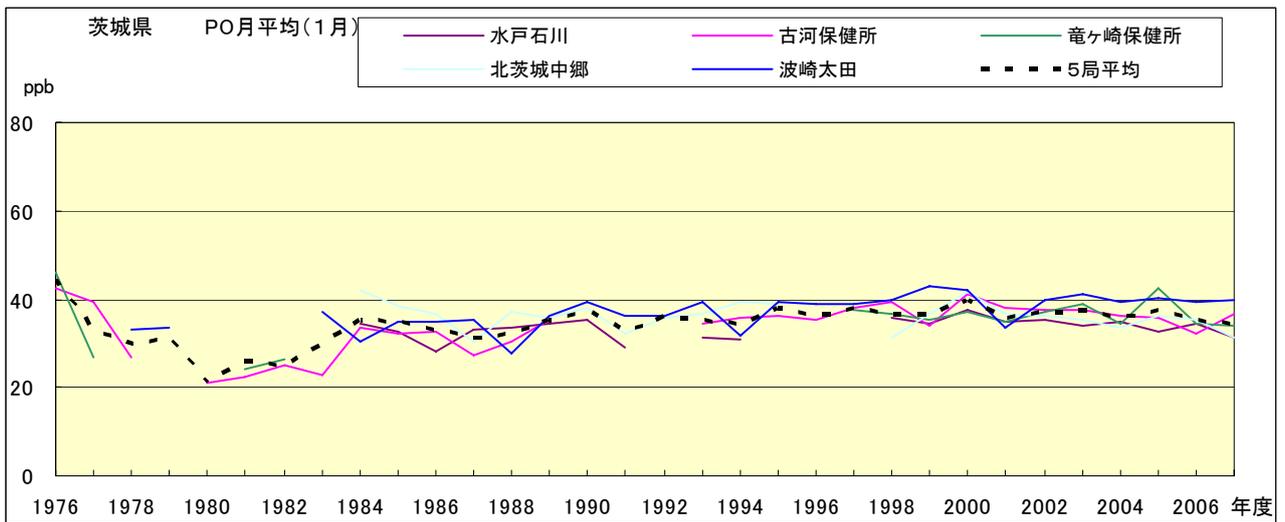


図 20.a PO 濃度月平均値の経年変化(1月)

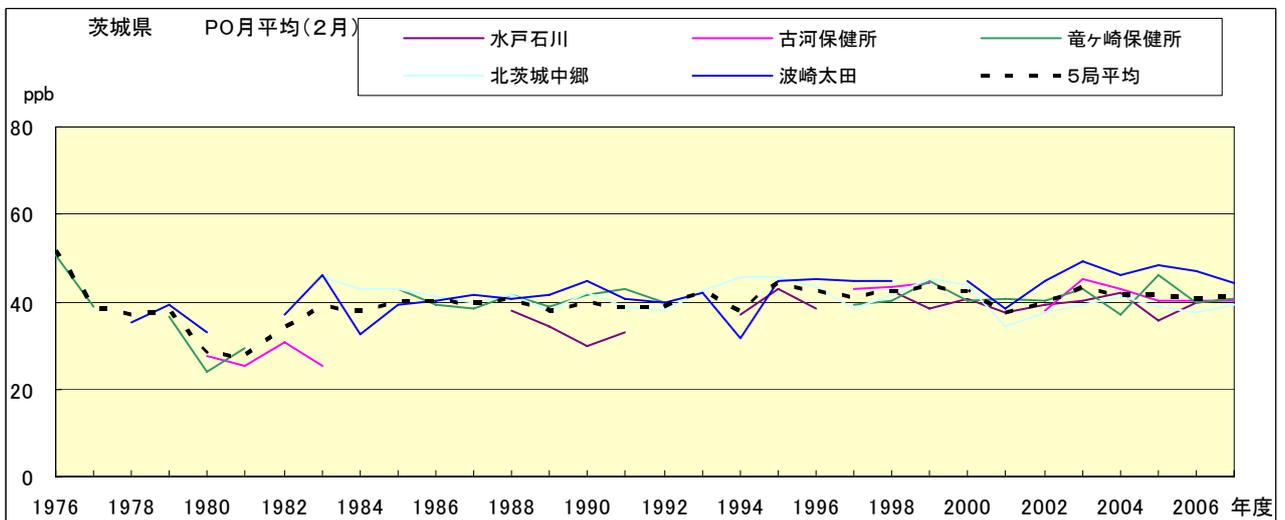


図 20.b PO 濃度月平均値の経年変化(2月)

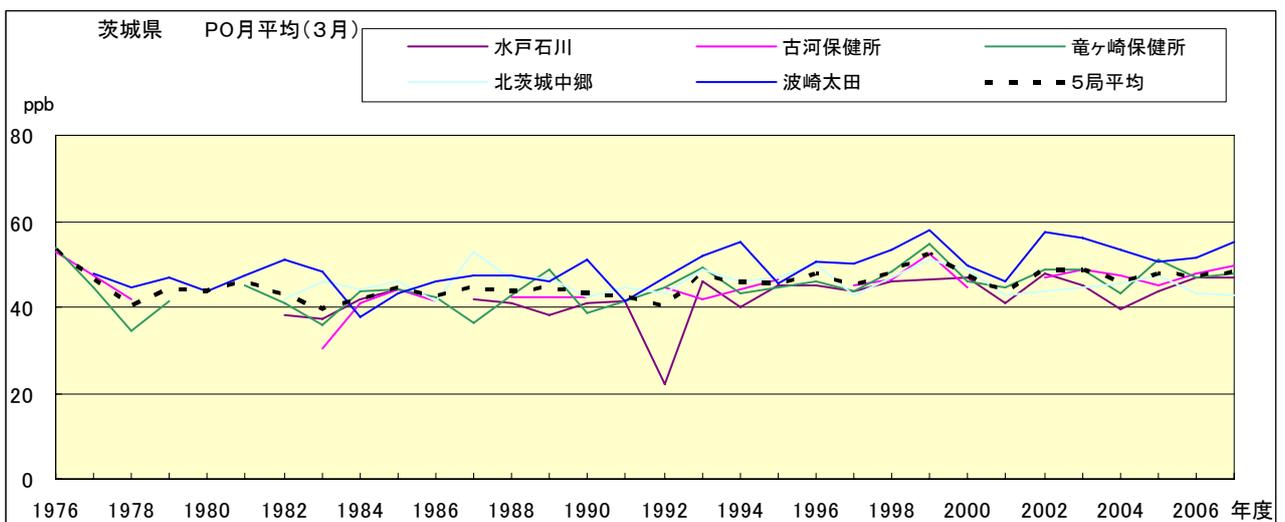


図 20.c PO 濃度月平均値の経年変化(3月)

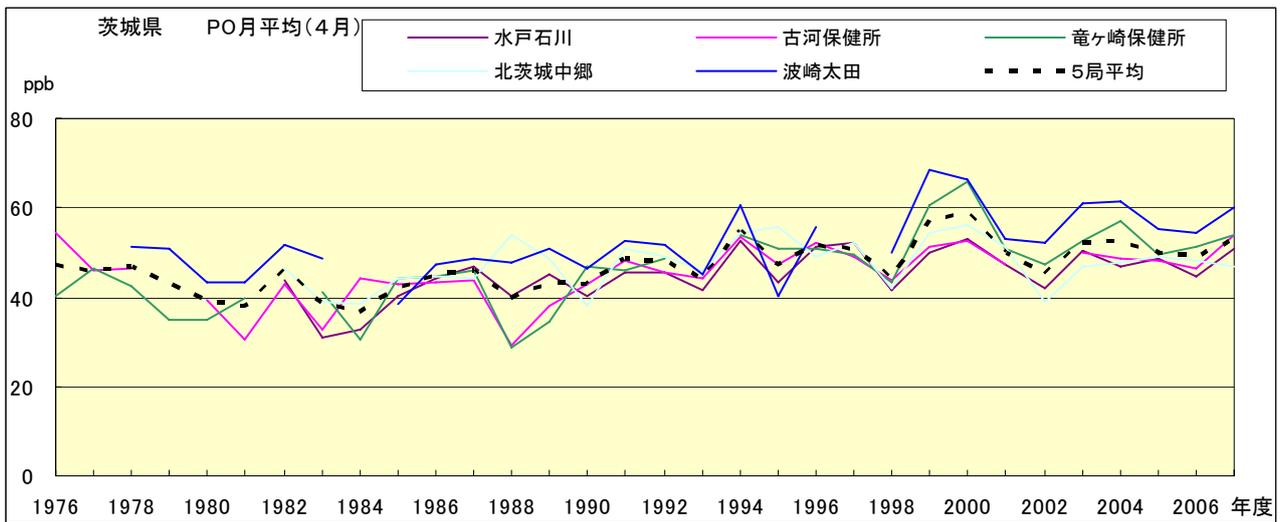


図 20.d PO 濃度月平均値の経年変化(4月)

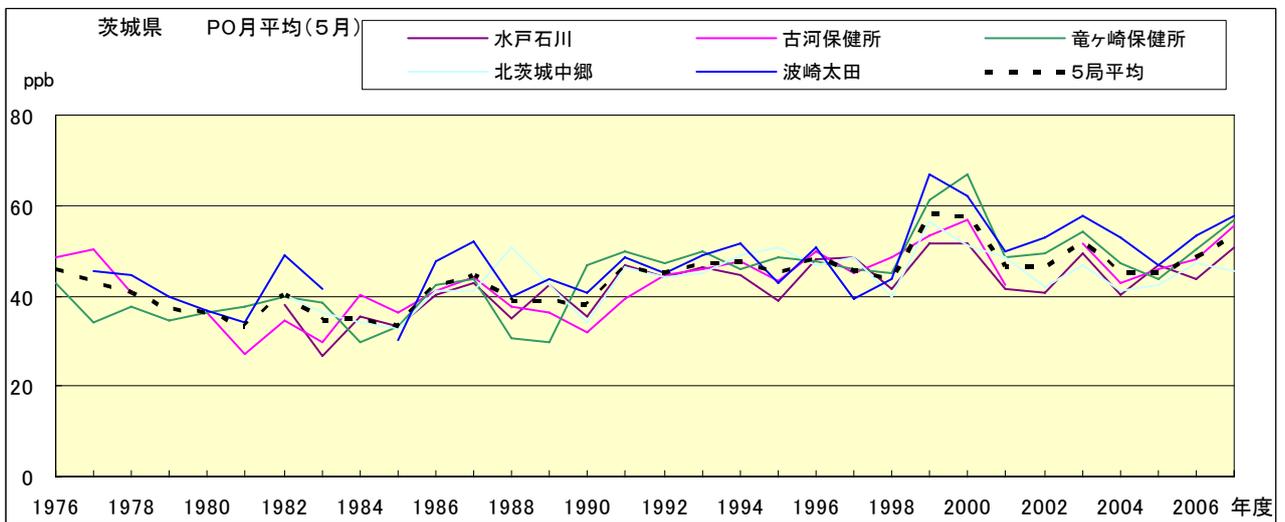


図 20.e PO 濃度月平均値の経年変化(5月)

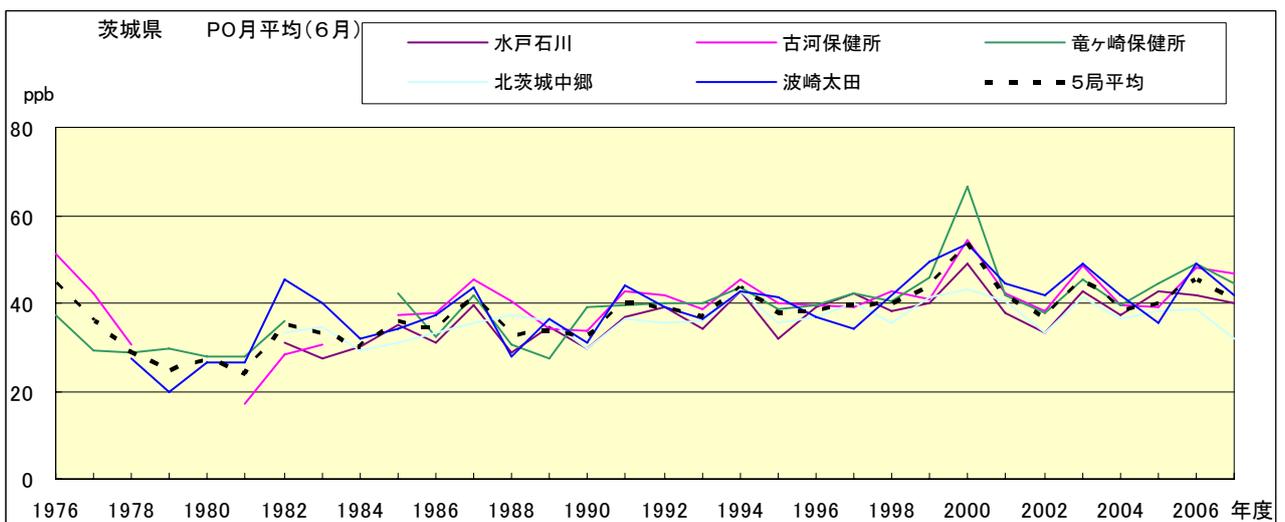


図 20.f PO 濃度月平均値の経年変化(6月)

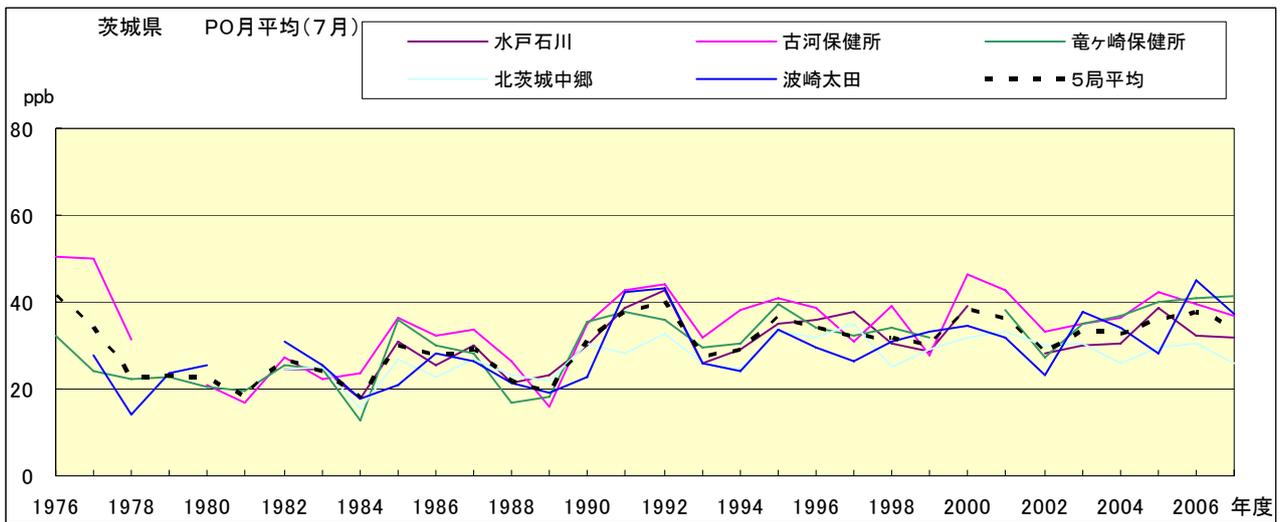


図 20.g PO 濃度月平均値の経年変化(7月)

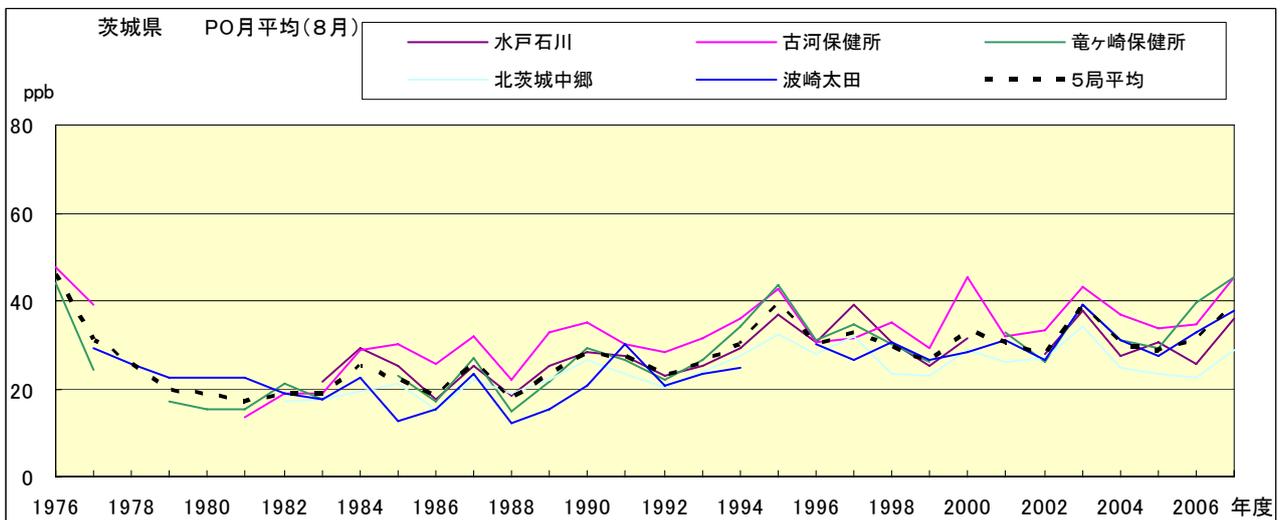


図 20.h PO 濃度月平均値の経年変化(8月)

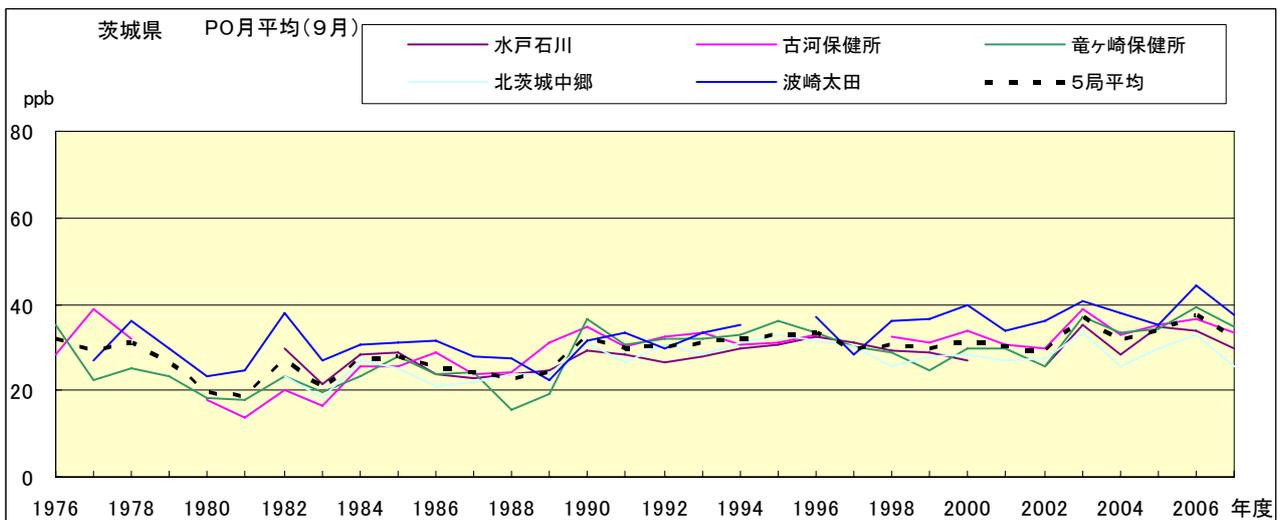


図 20.i PO 濃度月平均値の経年変化(9月)

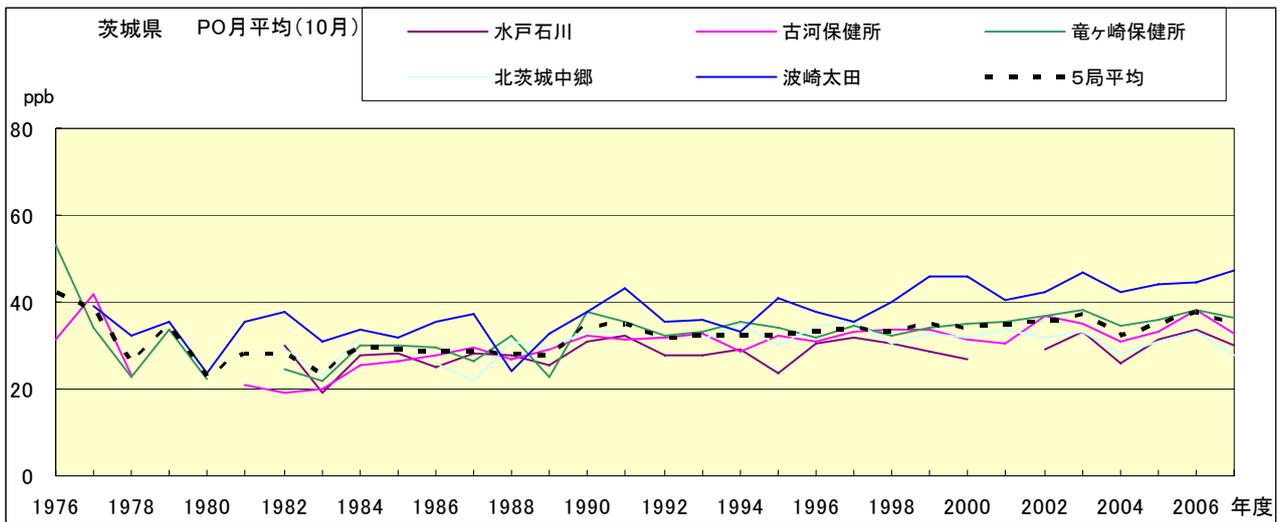


図 20.j PO 濃度月平均値の経年変化(10 月)

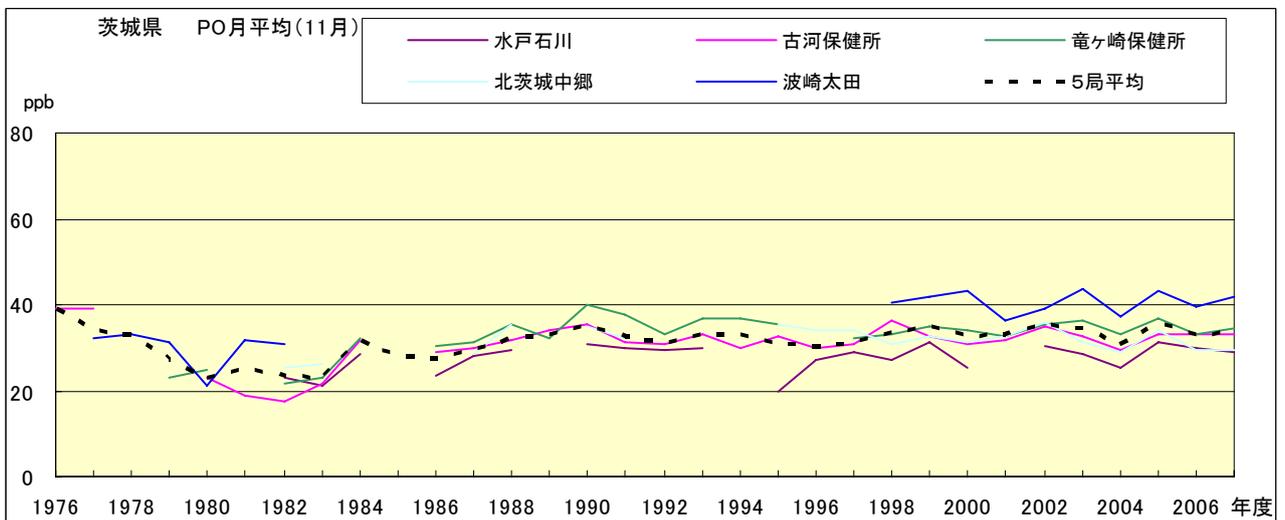


図 20.k PO 濃度月平均値の経年変化(11 月)

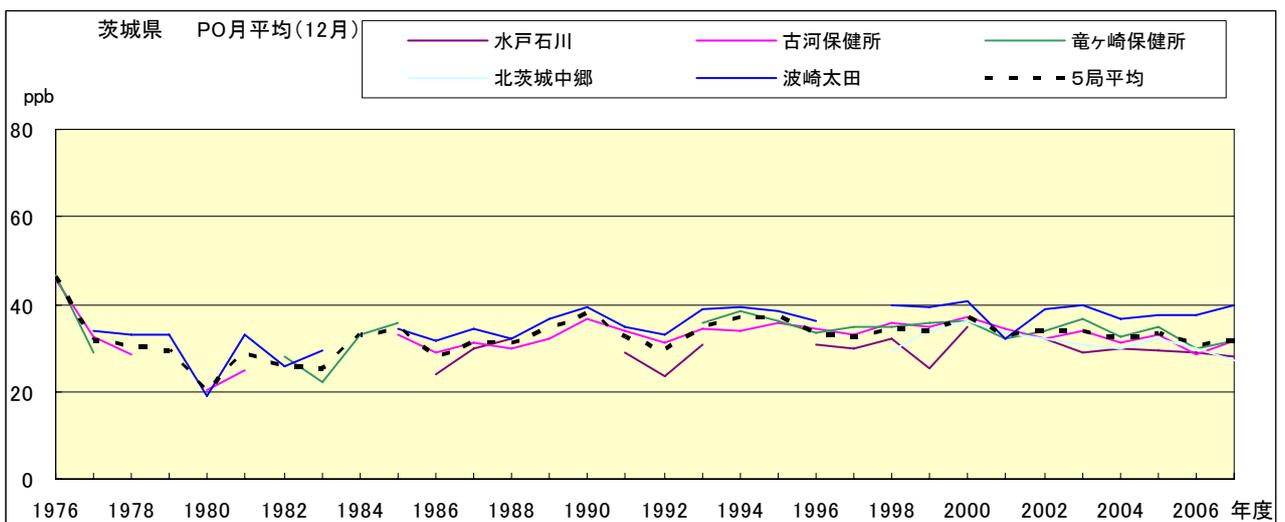


図 20.l PO 濃度月平均値の経年変化(12 月)

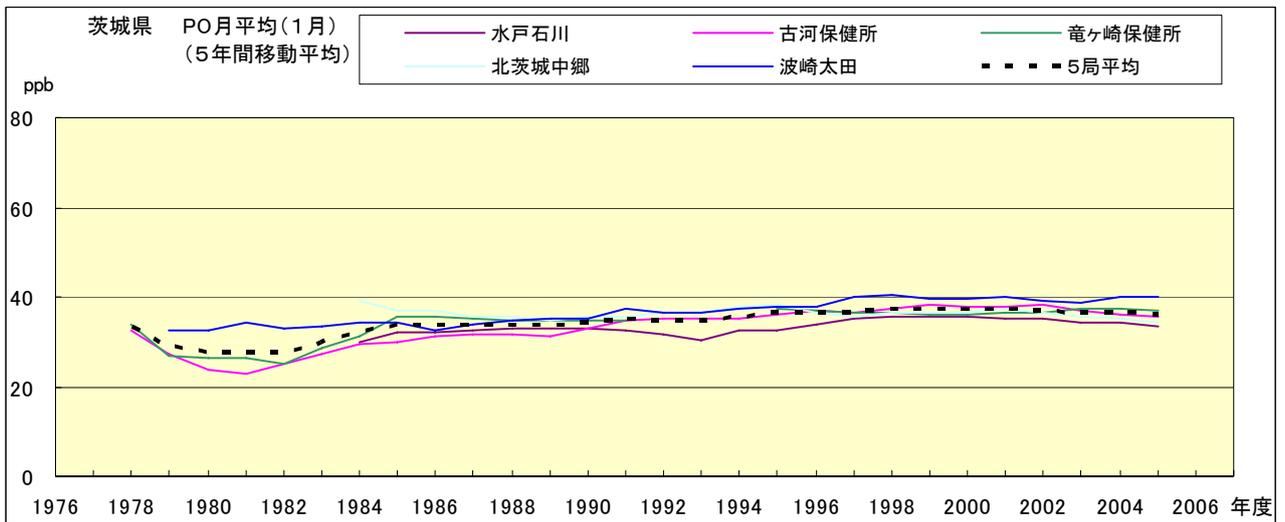


図 20.a' PO 濃度月平均値の経年変化(1月,5年間移動平均)

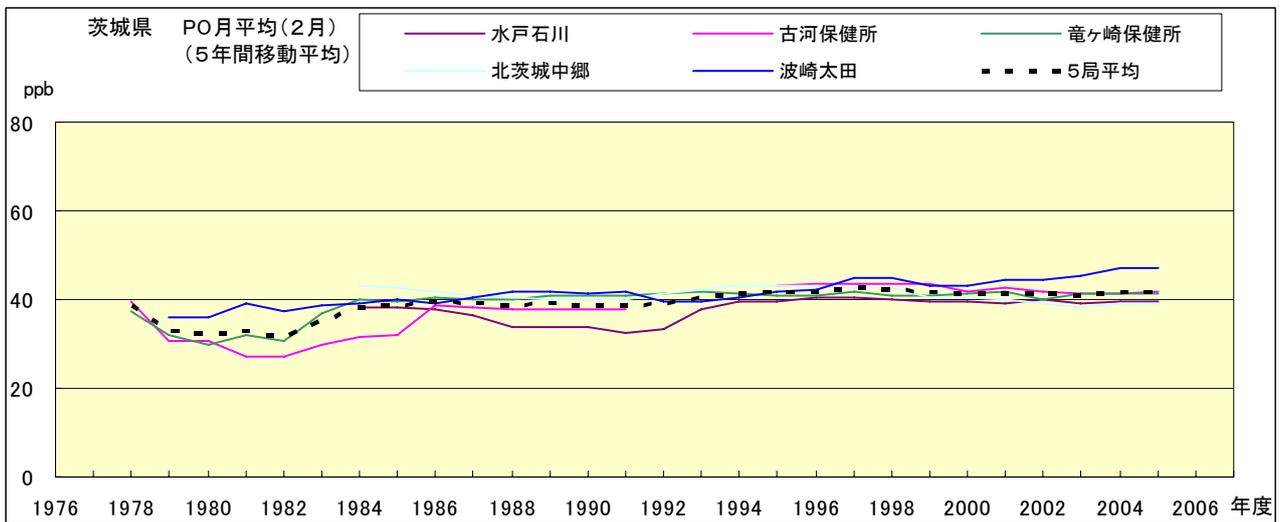


図 20.b' PO 濃度月平均値の経年変化(2月,5年間移動平均)

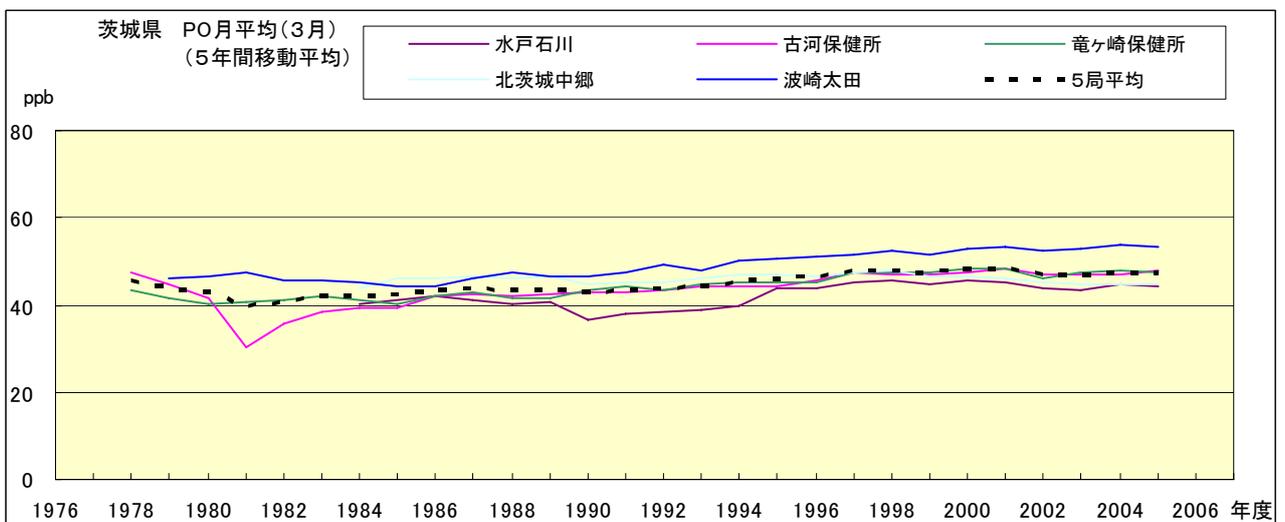


図 20.c' PO 濃度月平均値の経年変化(3月,5年間移動平均)

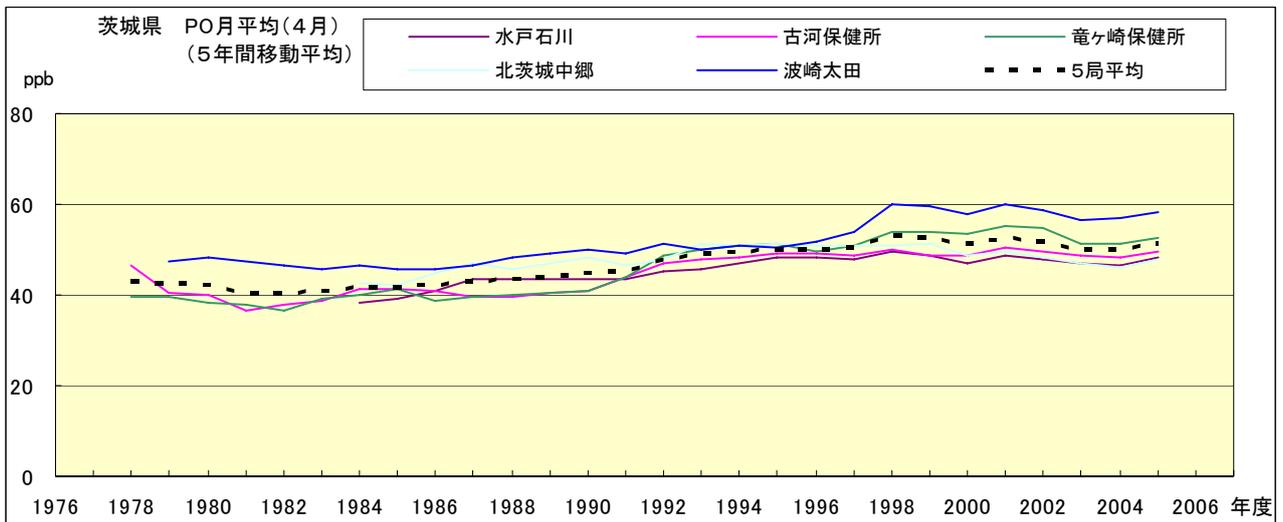


図 20.d' PO 濃度月平均値の経年変化(4月,5年間移動平均)

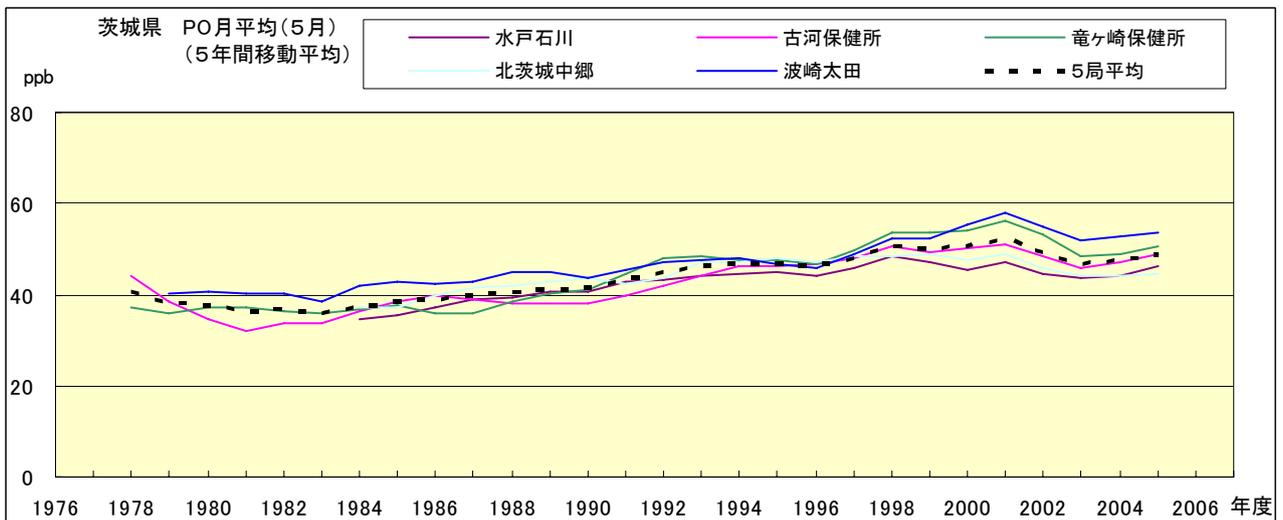


図 20.e' PO 濃度月平均値の経年変化(5月,5年間移動平均)

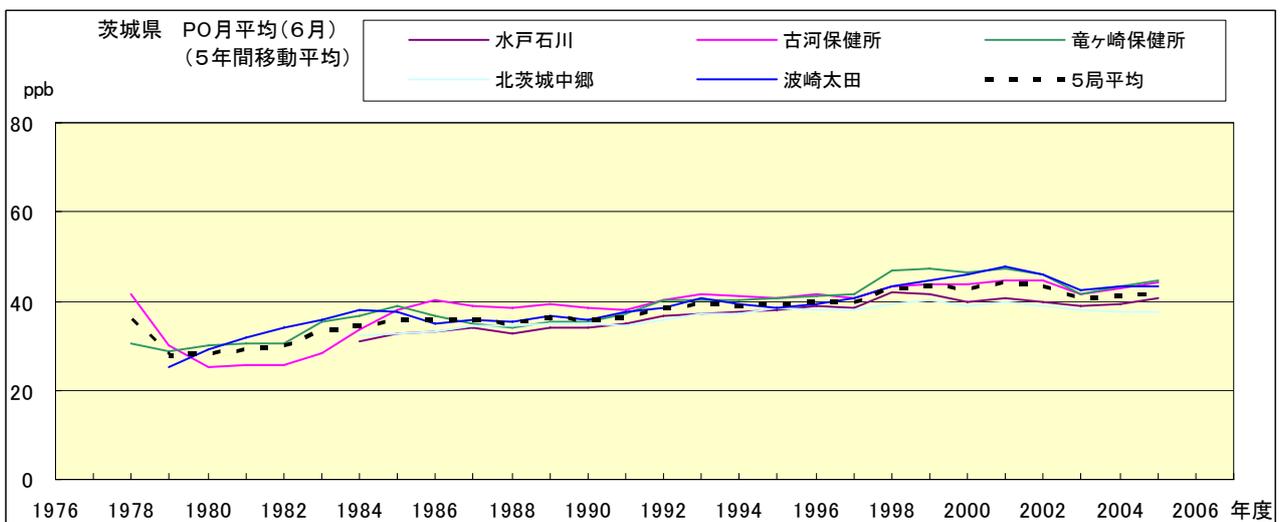


図 20.f' PO 濃度月平均値の経年変化(6月,5年間移動平均)

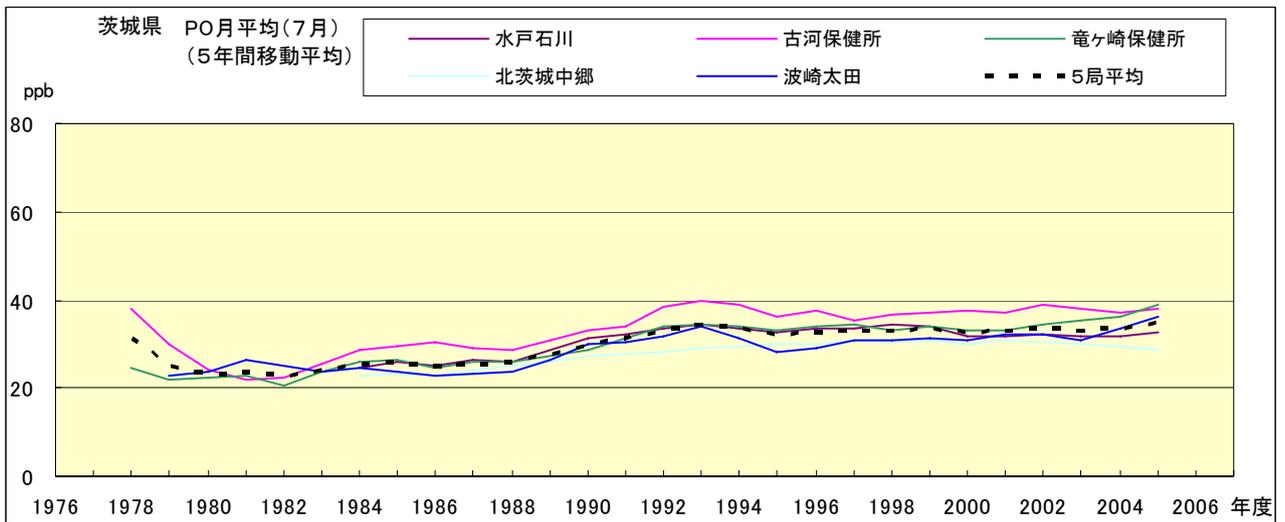


図 20.g' PO 濃度月平均値の経年変化(7月,5年間移動平均)

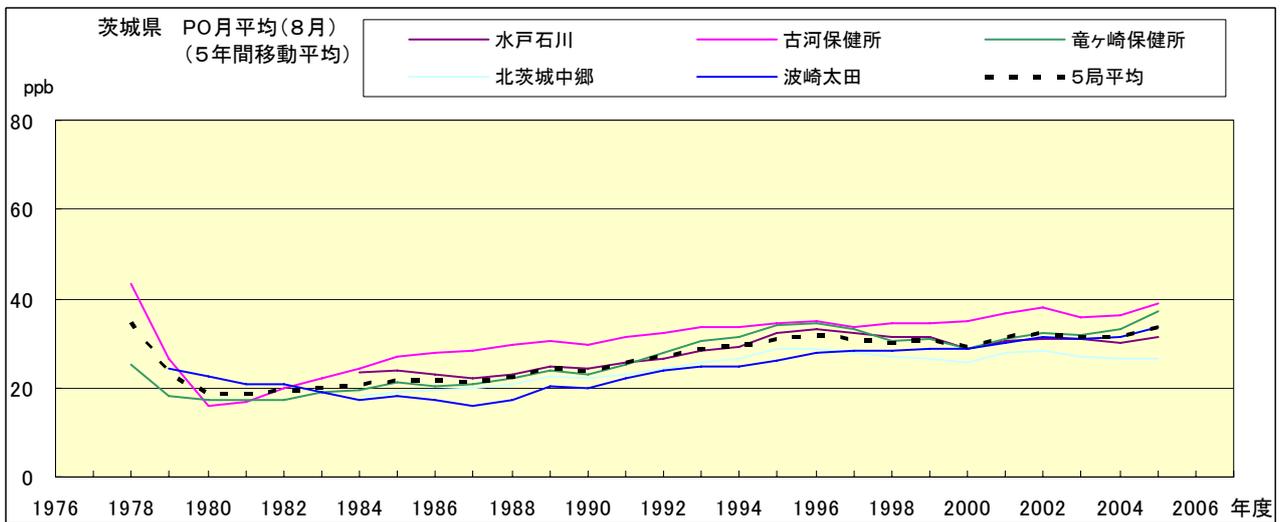


図 20.h' PO 濃度月平均値の経年変化(8月,5年間移動平均)

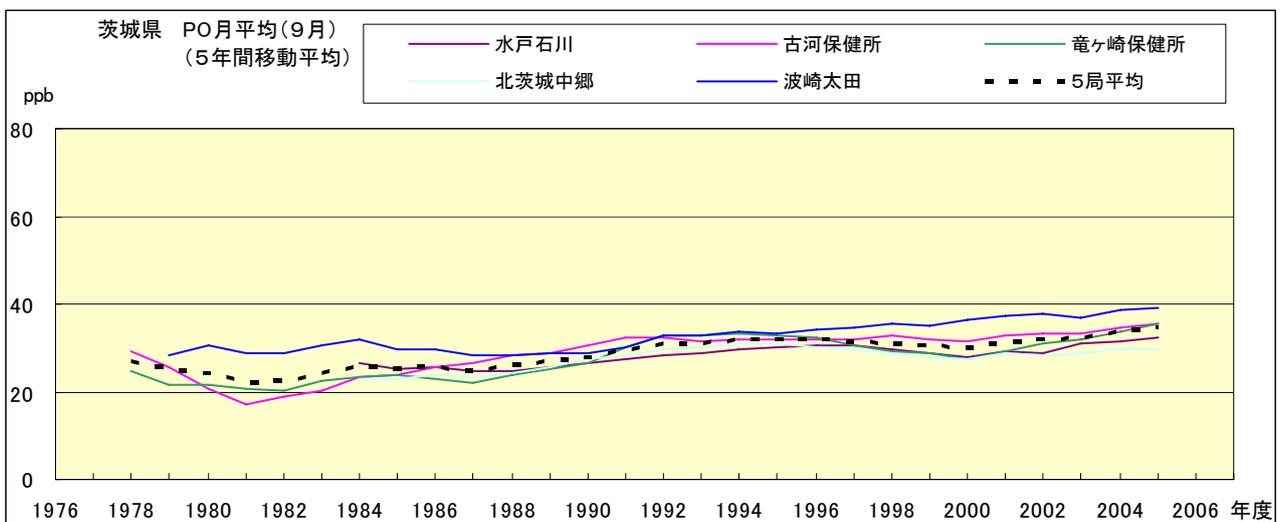


図 20.i' PO 濃度月平均値の経年変化(9月,5年間移動平均)

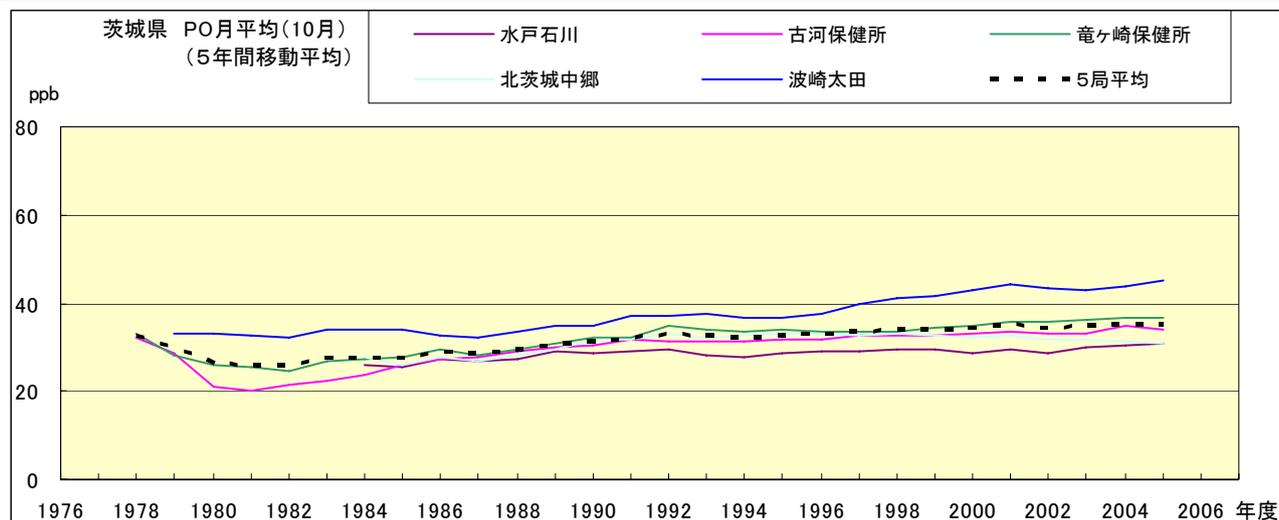


図 20.j' PO 濃度月平均値の経年変化(10月,5年間移動平均)

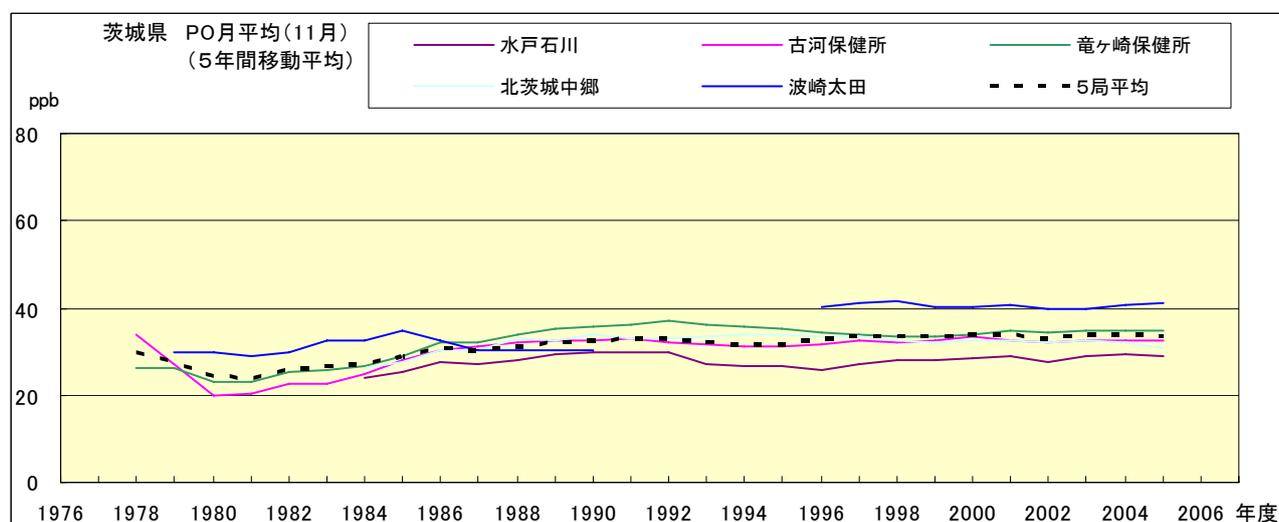


図 20.k' PO 濃度月平均値の経年変化(11月,5年間移動平均)

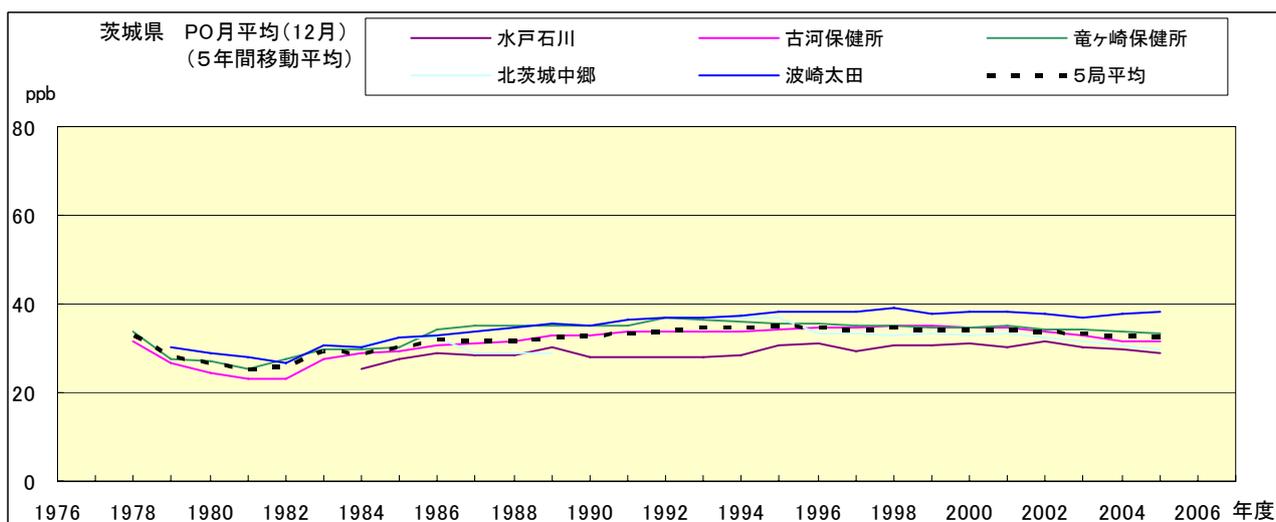


図 20.l' PO 濃度月平均値の経年変化(12月,5年間移動平均)

PO 濃度月平均値の経月変動

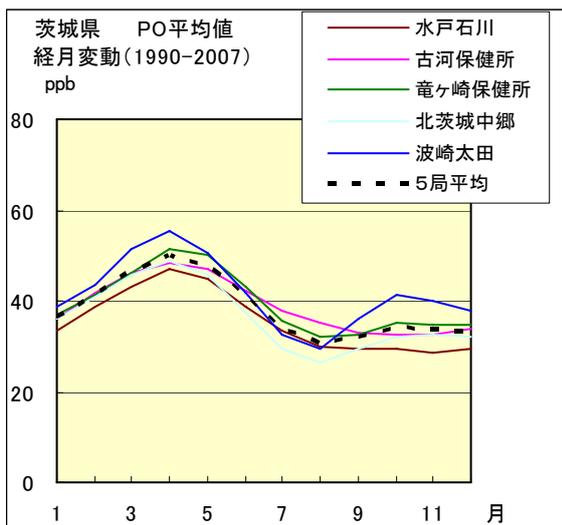


図 21.a 1990 年度～2007 年度

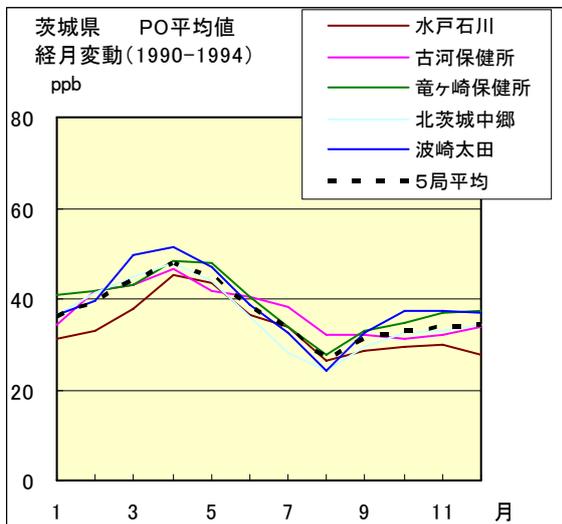


図 21.b 1990 年度～1994 年度

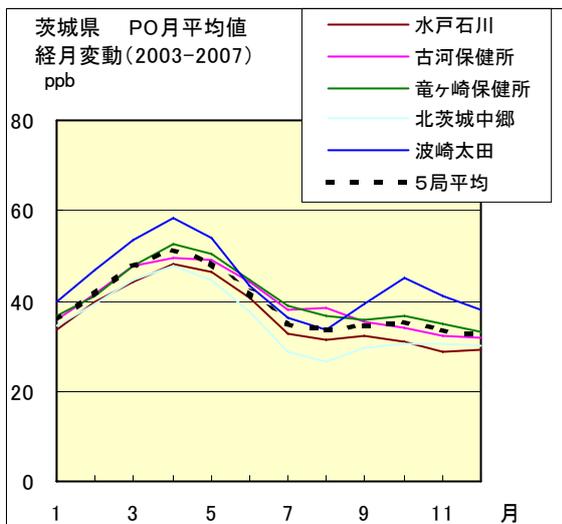


図 21.c 2003 年度～2007 年度

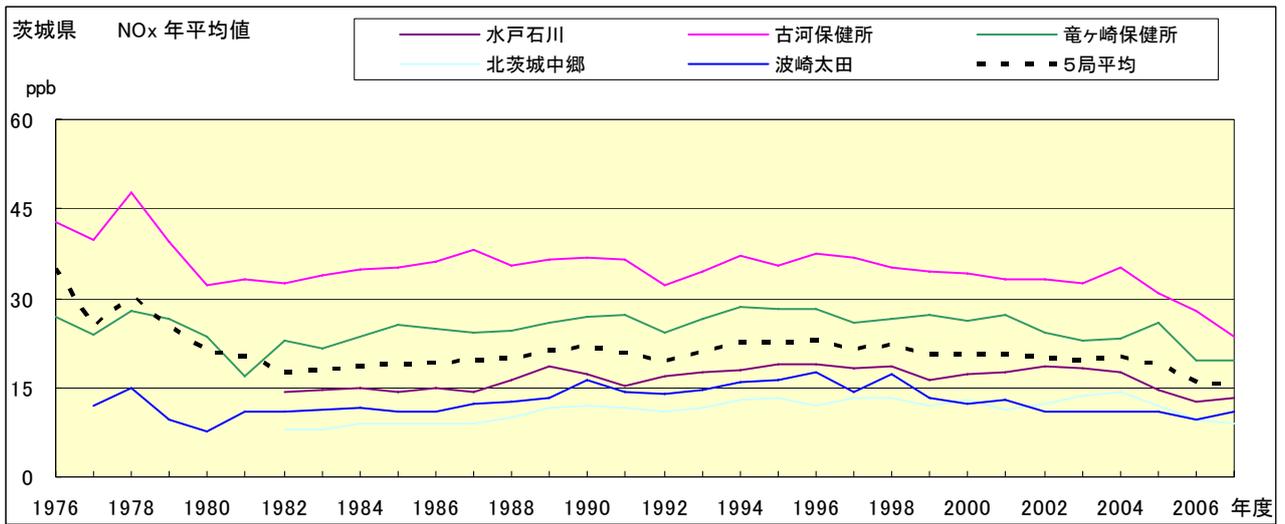


図 22.a NOx 濃度年平均値の経年変化

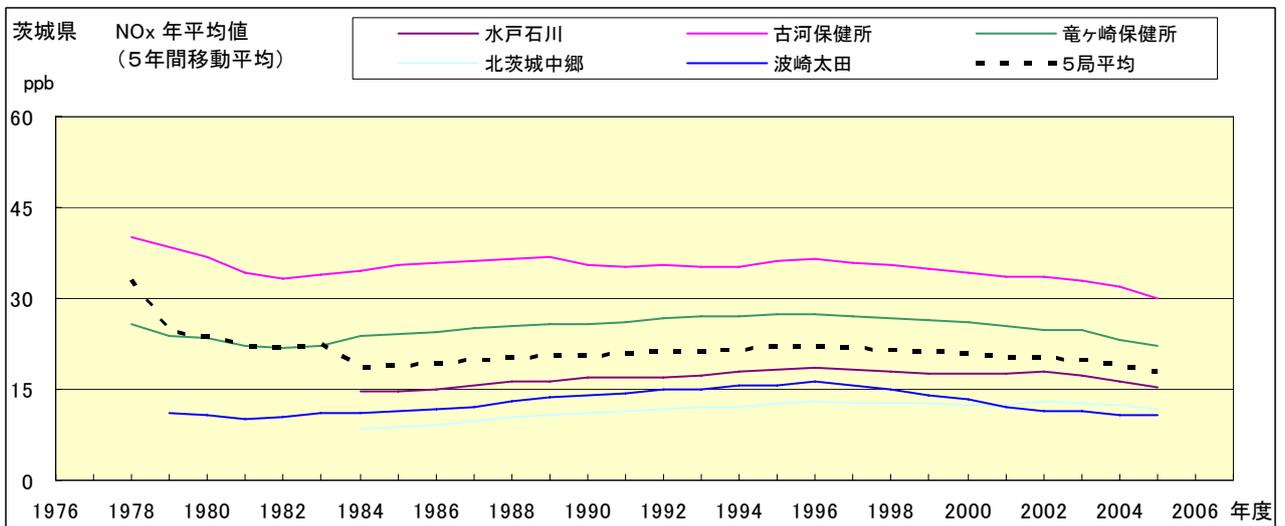


図 22.b NOx 濃度年平均値の経年変化(5年間移動平均)

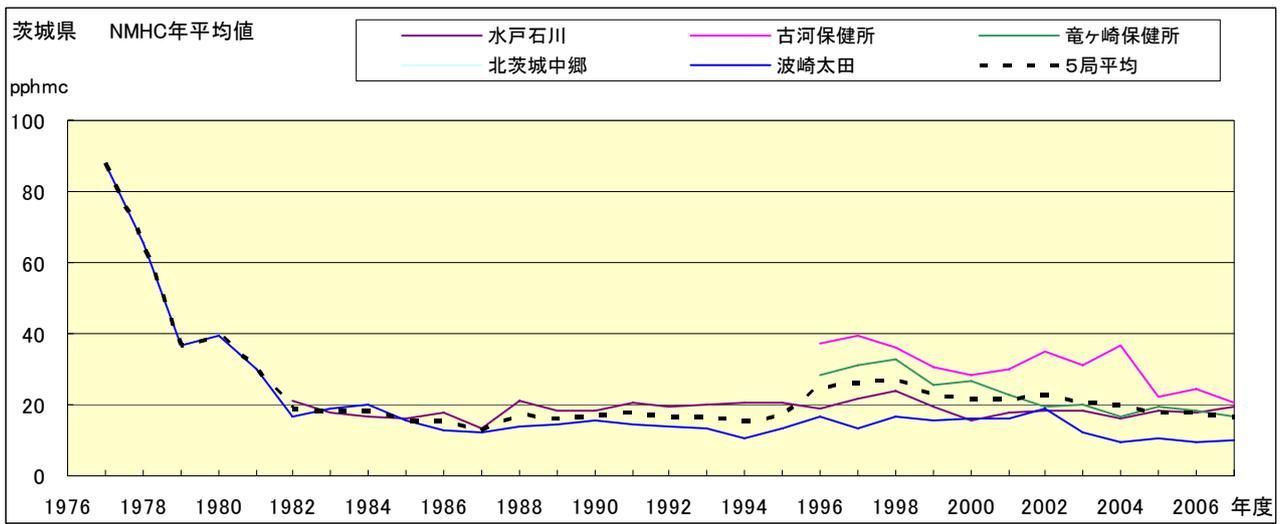


図 23.a NMHC 濃度年平均値の経年変化

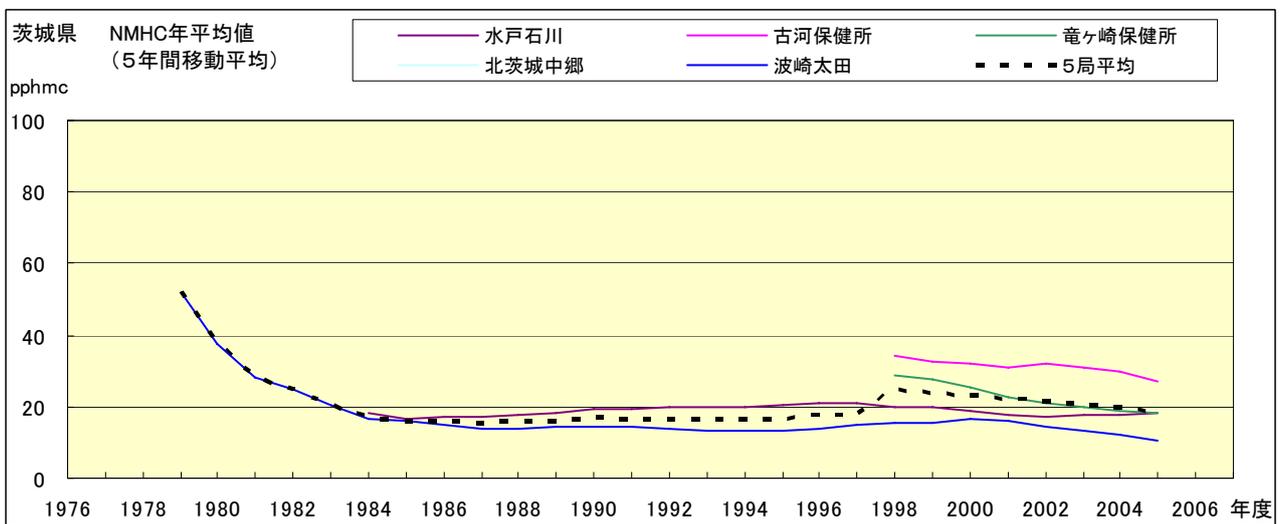


図 23.b NMHC 濃度年平均値の経年変化(5年間移動平均)