

大気中の二酸化窒素濃度の測定

・実験目的

大気汚染の主な原因の一つである二酸化窒素の濃度を測定し、大気汚染の原因について考察する。

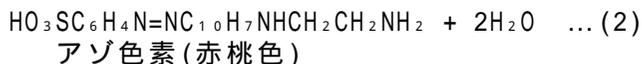
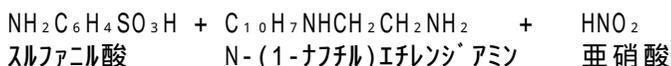
[二酸化窒素濃度測定の原理]

含窒素化合物等の燃焼によって生成する二酸化窒素は、二酸化硫黄と並んで大気汚染の主な原因の一つとなっている。この実験方法(アルカリろ紙法)では二酸化窒素をアルカリろ紙に吸着させて、その量を測定する。

二酸化窒素は、水との反応によって硝酸 HNO_3 と亜硝酸 HNO_2 を生じる。



この亜硝酸がザルツマン試薬と下記の化学反応式のように反応してアゾ色素を生じて赤桃色に発色する。



(1)(2)式より、二酸化窒素2モルからアゾ色素1モルが生成することがわかる。よって生成したアゾ色素の濃度がわかれば、アルカリろ紙に吸着された二酸化窒素の質量を求めることができる。アゾ色素の濃度は分光光度計によって測定する。その原理は以下の通りである。

溶液の発色は溶液がある波長の光を吸収することによっておきる。よって溶液にその波長の光を当てると透過する光は弱くなる。照射光の強さ I_0 と透過光の強さ I の比(I_0/I)と、溶液の濃度 C との間には次式の関係が成り立つ。

$$C = k \cdot \log \frac{I_0}{I} \quad (\text{ランバート・ベールの法則})$$

ここで $\log(I_0/I)$ を吸光度といい、この値を分光光度計で測定する。あらかじめ濃度既知の溶液の吸光度を測定し、検量線(溶液の濃度と吸光度との関係のグラフ)を作成しておけば溶液の吸光度から濃度を求めることができる。

今回の実験では二酸化窒素の量を、(3)式により1日に 100cm^2 のアルカリろ紙に吸着された二酸化窒素の質量 W (単位 $\text{mgNO}_2/\text{日}/100\text{cm}^2$)として算出する。アルカリろ紙の表面積は両面で 10cm^2 であり、アゾ色素溶液の体積は 5ml なので吸着した二酸化窒素の質量 W は次の式(3)で求めることができる。

$$W = A \times \frac{5}{1000} \times 2 \times \frac{100}{10} \times \frac{24}{t} \times 46 \times 1000 \quad \dots (3)$$

A : アゾ色素のモル濃度, t : アルカリろ紙の設置時間(時間)

・実験準備

試薬 : アルカリろ紙, ザルツマン試薬

(注)アルカリろ紙 : 50%炭酸カリウム水溶液を浸み込ませたる紙。大気中の酸性汚染物質を吸着させるのに用いる。

ザルツマン試薬：スルファニル酸5gとN-(1-ナフチル)-エフリンジ^{*}アミン塩酸塩20mgと氷酢酸140mlを水に溶かして全量を1ℓとしたもの。

器具：試験管，アルカリろ紙用シエルター，分光光度計，分光光度計用セル，ホールピペット

実験方法

濃度既知の亜硝酸イオン標準溶液をザルツマン試薬で発色させ，その吸光度を測定する。(実験済み) そのデータを用いて検量線を作成する。

二酸化窒素固定用のアルカリろ紙(表裏で表面積10cm²)を，各自の自宅の庭などに24時間設置して二酸化窒素を固定する。

試験管に，二酸化窒素を固定したアルカリろ紙を入れ，ホールピペットを用いてザルツマン試薬を正確に5ml加えて，よく振り混ぜ，15分間放置する。アルカリろ紙に固定された二酸化窒素とザルツマン試薬が反応して赤桃色のアゾ色素が生成する。

で赤桃色に発色したアゾ色素の溶液を分光光度計のセルに移し，分光光度計にかけて，544nmの波長で吸光度を測定する。

検量線から，発色したアゾ色素の濃度を決定し，二酸化窒素濃度を求める。

実験結果

アゾ色素の濃度と吸光度の測定データ

アゾ色素のモル濃度 $A \times 10^{-6} \text{ (mol/l)}$	1.43	2.86	5.72	8.57	11.4	14.3
吸光度 B	0.142	0.223	0.324	0.461	0.597	0.718

アルカリろ紙の設置時間・設置場所・環境 アゾ色素の吸光度

設置場所	住所	
	高さ	
	付近の環境	
設置時間	年月日	平成9年 月 日 () 曜日 AM・PM 時 分 ~ 平成9年 月 日 () 曜日 AM・PM 時 分 () 時間
	天候	
アゾ色素の吸光度		

考察

検量線を作成せよ。

【1】上記のデータをグラフ用紙にプロットして検量線を記せ。

注) ランバート・ベールの法則によればアゾ色素のモル濃度と吸光度の間には比例関係がある。6個のデータから1本の直線を引け。

6個のデータを満足するような最も良い直線を引くにはどうすればいいか考えよ。

グラフ用紙を添付せよ。

【 2 】 パソコンを利用して検量線を作成せよ。

注) 上記のデータを表計算ソフトに入力して直線を描き，印刷せよ。またデータを回帰分析してAとBの関係式(方程式)を求めよ。

A と B の関係式	
------------	--

印刷したグラフを添付せよ。

吸光度と検量線からアゾ色素の濃度を求めよ。

【1】の方法で求めた値（自分で描いたグラフから求めよ。）

【2】の方法で求めた値（AとBの方程式に代入して求めよ。）

(1)二酸化窒素濃度(単位：mgNO₂/日/100cm²)を算出せよ。

【1】の方法で求めた値

【2】の方法で求めた値

(2)地図に二酸化窒素濃度を記入して濃度分布図を作成せよ。

(3)二酸化窒素の濃度分布図から，二酸化窒素の多いところはどのようなところか考察せよ。

(4)参考資料のデータと今回の実験データを比較して気のついたことを記せ。

《参考資料》

平成6年度理数科課題研究研究報告書集より（抜粋）

測定日時：平成7年1月27日～1月28日

濃度：×10⁻²

測定地点	濃度	測定地点	濃度
篠ノ井西中交差点	1.80	篠ノ井高校前交差点	3.09
交通安全センター	5.24	見六橋交差点	4.06
篠ノ井東中西交差点	1.54	古戦場入口交差点	2.38
広徳交差点	3.06	篠ノ井橋北	3.00
篠ノ井橋中央	4.70	松代駅前	1.06

平成5年度理数化学実験より

測定日時：平成6年3月1日～3月2日

更埴市倉科1581	1.45	上山田町温泉1-21-6	1.09
更埴市屋代コマタ屋	1.13	篠ノ井御幣川435	2.08
川中島町御厨128	1.77	屋代高校第二体育館北	1.13

・反省と感想(コンピュータによるデータ処理についても触れること)

大気中の二酸化窒素濃度測定結果報告書

年 組 番 氏名

アルカリ紙 設置場所 (住所) (高さ)	
設置場所付近 の環境	
設置時間 (年月日) (時間) (天候)	
吸光度	
アゾ色素濃度 (mol/l)	
二酸化窒素濃度 (mg/日/100cm ²)	