

問3. ホウ素のポリオキソ酸イオン

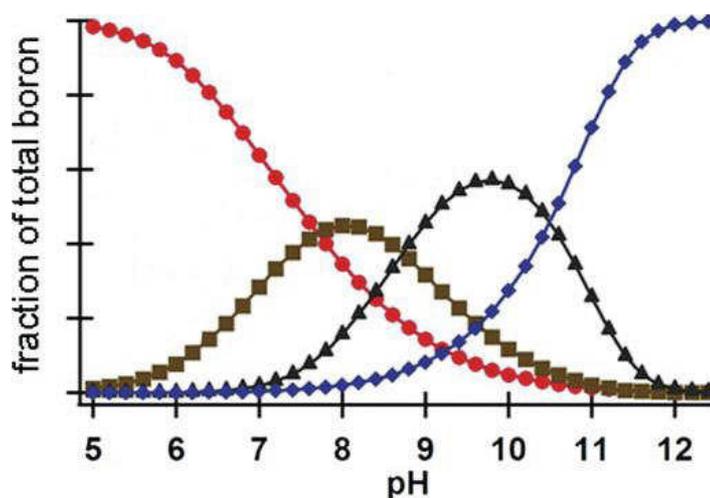
ケイ素と同様、ホウ素はオキソ酸の化合物として天然に存在し、単体としては存在しない。ケイ素と同様、ホウ素と酸素からなる化合物は多様かつ複雑である。これらの化合物中で、ホウ素は ($\text{B}(\text{OH})_3$ 、 BO_3^{3-} や $\text{B}_3\text{O}_6^{3-}$ のように) 三角形の頂点にある三つのO原子、または ($[\text{BO}_4]^{5-}$ のように) 四面体の頂点にある四つのO原子と結合できる。

最も重要なホウ素と酸素からなる化合物の一つが、よく $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ の化学式で表されるイオン性の化合物、ホウ砂である。ホウ砂は、ホウケイ酸ガラス、ガラスファイバー、絶縁体の製造に広く利用されている。

水素化ホウ素イオン (BH_4^-) の加水分解によって水素ガスとある種のホウ酸イオンが生じる。水素の貯蔵物質として水素化ホウ素塩が利用される可能性が出てきたことから、ホウ酸イオン類の水中での化学的挙動が再び詳細に研究されるようになった。

a) 0.5 Mホウ酸 $\text{B}(\text{OH})_3$ 溶液中の化学種が最近研究され、平衡状態にある溶液中における全ホウ素化学種の存在比をpHの関数として図にしたものが出版された。主な化学種は、ホウ酸のほか、 $\text{B}(\text{OH})_4^-$ 、 $\text{B}_4\text{O}_5(\text{OH})_4^{2-}$ (ホウ砂中に存在する陰イオン)、そして $\text{B}_3\text{O}_3(\text{OH})_4^-$ である。

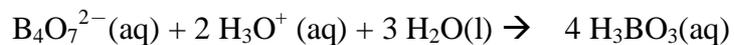
- 下図のどの曲線がどのホウ素と酸素からなる化学種に対応するか指摘せよ。
- 上に示したホウ素と酸素からなる四つの化学種の構造を書け。



縦軸：全ホウ素原子数に対する存在比率

b) ホウ砂は、酸の滴定に用いられる優れた分析用一次標準試薬である。同様の分析用標準試薬には、他に無水炭酸ナトリウムやTRIS、すなわち、 $(\text{HOCH}_2)_3\text{CNH}_2$ がある。ホウ砂とTRISは、次の化学反応式にしたがって酸と反応する：

ホウ酸イオン



TRIS



一次標準試薬である Na_2CO_3 、ホウ砂、およびTRISのうち、相対誤差が最も小さいものはどれか。なお、標準試薬の計量誤差は0.1 mgであり、40.0 mLの0.020 M HClを滴定するものとする。