高校化学 L01 第 50 講 塩の性質

この講でできるようになること

- 塩を構成するイオンと元の酸・塩基から、正塩・酸性塩・塩基性塩を分類できる。
- 化学式中に H や OH があるだけでは、塩の分類を決められないことを説明できる。
- 塩の分類と、その水溶液が酸性・中性・塩基性のどれになるかを区別して考えられる。
- 塩を構成するイオンの性質から、水溶液の液性を定性的に説明できる。

塩を 3 種類に分類する

元の酸・塩基のどの部分が残っているかを見る

塩は、陽イオンと陰イオンからなるイオン性の物質である。
塩を正塩・酸性塩・塩基性塩に分類するときは、元の酸で H^+となり得る H や、元の塩基に由来する OH が、塩の構成成分として残っているかを見る。

分類	見分け方	例
正塩	元の酸の H^+となり得る H も、塩基由来の OH も残っていない	NaCl、NH_4Cl、CH_3COONa、Na_2CO_3
酸性塩	多価酸の H^+となり得る H が陰イオン中に残っている	$NaHCO_3$、$NaHSO_4$
塩基性塩	塩基由来の OH を塩の構成成分として含む	Mg(OH)Cl

炭酸からできる塩で比べる

炭酸 H_2CO_3は、酸として H^+となり得る H を 2 個もつ。
H_2CO_3の H のうち 1 個が Na に置き換わった $NaHCO_3$では、HCO_3^-中に酸としての H がまだ残っているため、$NaHCO_3$は酸性塩である。
2 個とも Na に置き換わった Na_2CO_3では、酸としての H が残っていないため、Na_2CO_3は正塩である。

H を含む塩がすべて酸性塩とは限らない

どの H が残っているかを見る

NH_4Cl には H が含まれているが、この H は NH_4^+に含まれる H であり、元の酸 HCl の H が中和されずに残ったものではない。
したがって、NH_4Cl は**正塩**である。
同様に、CH_3COONa にも H が含まれているが、酢酸 CH_3COOH で酸として H^+になるのは COOH 部分の H である。
CH_3COONa ではその H が Na に置き換わって CH_3COO^-になっているので、CH_3部分に H が残っていても**正塩**である。

塩の分類と水溶液の液性は別に考える

正塩でも酸性・中性・塩基性になり得る

正塩という分類は、塩の化学式中に酸としての H や塩基由来の OH が残っているかどうかで決まる。

©ミライコーチング

一方、水に溶かしたときの液性は、塩を構成するイオンが水中でどのようにふるまうかによって決まる。
したがって、**正塩だから水溶液が必ず中性になるわけではない。**

塩	元の酸	元の塩基	25℃の一般的な希薄水溶液の液性
NaCl	HCl：強酸	NaOH：強塩基	ほぼ中性
CH_3COONa	CH_3COOH：弱酸	NaOH：強塩基	塩基性
NH_4Cl	HCl：強酸	NH_3：弱塩基	酸性

構成イオンの性質から液性を考える

NaCl 水溶液では、Na^+と Cl^-は水の液性をほとんど変えないため、一般的な希薄水溶液はほぼ中性になる。
CH_3COONa 水溶液では、CH_3COO^-が水と反応することで OH^-を生じやすくするため、塩基性になる。
NH_4Cl 水溶液では、NH_4^+が水と反応することで H^+を生じやすくするため、酸性になる。
このように、塩のイオンが水と反応して液性に影響する現象を**加水分解**という。ここではその定性的な働きだけを扱う。

正塩でも水溶液の液性は異なる

BTB 溶液で 3 種類の正塩を比較する

25℃で、0.10 $mol\,L^{-1}$の NH_4Cl、NaCl、CH_3COONa 水溶液を用意し、それぞれに同量の少量の BTB 溶液を加えた場合を比べる。
この比較では、BTB は酸性側で黄、中性付近で緑、塩基性側で青を示す。



図 1　BTB 比較の実験イメージ。左から NH_4Cl は黄、NaCl は緑、CH_3COONa は青を示す。

3 つとも正塩だが液性は同じではない

NH_4Cl、NaCl、CH_3COONa はいずれも正塩である。
それでも水溶液は、NH_4Cl では酸性、NaCl ではほぼ中性、CH_3COONa では塩基性になる。
塩の**分類**と、水溶液の**液性**は別々に判断することが重要である。

酸性塩でも水溶液が酸性とは限らない

酸性塩という名前だけで液性を決めない

$NaHSO_4$と $NaHCO_3$はいずれも、多価酸の H^+となり得る H が陰イオン中に残っているため、分類上は酸性塩である。
しかし、一般的な水溶液では $NaHSO_4$は酸性を示すのに対し、$NaHCO_3$は弱い塩基性を示す。
$NaHCO_3$では、HCO_3^-が水中でもつ性質によって弱い塩基性になる。
したがって、**酸性塩という分類名から水溶液の液性を一律に決めることはできない。**

例題

例題 1

次の 3 種類の塩について考える。
- $NaHCO_3$：炭酸 H_2CO_3に由来し、HCO_3^-中に酸としての H が 1 個残っている。
- Mg(OH)Cl：塩基由来の OH を塩の構成成分として含む。
- NH_4Cl：HCl と NH_3から生じ、NH_4^+と Cl^-からなる。

1. $NaHCO_3$、Mg(OH)Cl、NH_4Cl を、それぞれ正塩・酸性塩・塩基性塩のどれに分類するか答えよ。
2. NH_4Cl は化学式中に H を含むにもかかわらず、酸性塩ではない。その理由を説明せよ。

解答・解説

1.
$NaHCO_3$は**酸性塩**、Mg(OH)Cl は**塩基性塩**、NH_4Cl は**正塩**である。
$NaHCO_3$では、多価酸 H_2CO_3の H^+となり得る H が HCO_3^-中に残っている。
Mg(OH)Cl では、塩基由来の OH が塩の構成成分として残っている。
NH_4Cl では、元の酸 HCl の H が陰イオン中に残っているわけではないため、正塩に分類される。

2.
NH_4Cl 中の H は、陽イオン NH_4^+を構成している H である。
酸性塩で問題にするのは、多価酸に由来する H^+となり得る H が陰イオン中に残っている場合である。
NH_4Cl の Cl^-にはそのような H が残っていないため、NH_4Cl は酸性塩ではなく**正塩**である。

©ミライコーチング

例題 2

NaCl、CH_3COONa、NH_4Cl について考える。HCl は強酸、CH_3COOH は弱酸、NaOH は強塩基、NH_3は弱塩基とする。

1. それぞれの塩の元となる酸と塩基を答え、その強弱も示せ。
2. 25℃の一般的な希薄水溶液について、それぞれの液性を答え、3 種類とも正塩であるのに液性が同じにならない理由を説明せよ。

解答・解説

1.
NaCl は、**強酸 HCl と強塩基 NaOH** に対応する塩である。
CH_3COONa は、**弱酸 CH_3COOH と強塩基 NaOH** に対応する塩である。
NH_4Cl は、**強酸 HCl と弱塩基 NH_3**に対応する塩である。
2.
NaCl 水溶液は**ほぼ中性**、CH_3COONa 水溶液は**塩基性**、NH_4Cl 水溶液は**酸性**である。
NaCl では Na^+と Cl^-が水の液性をほとんど変えない。
CH_3COONa では CH_3COO^-が水と反応して OH^-を生じやすくし、NH_4Cl では NH_4^+が水と反応して H^+を生じやすくする。
したがって、正塩という同じ分類でも、構成イオンの性質が異なれば水溶液の液性も異なる。

演習問題

演習 1

炭酸 H_2CO_3からできる Na_2CO_3と $NaHCO_3$、および酢酸 CH_3COOH からできる CH_3COONaについて考える。酢酸で酸として電離する H は COOH 部分の H である。

1. Na_2CO_3と $NaHCO_3$を正塩・酸性塩のどちらに分類するか。H_2CO_3に由来する H が残っているかに注目して説明せよ。
2. CH_3COONa は化学式中に H を含むが正塩である。その理由を説明せよ。

演習 2

NaCl と CH_3COONa について考える。NaCl は強酸 HCl と強塩基 NaOH、CH_3COONa は弱酸 CH_3COOH と強塩基 NaOH に対応する塩である。

1. NaCl と CH_3COONa を構成する陽イオンと陰イオンをそれぞれ答えよ。
2. 25℃の一般的な希薄水溶液について、NaCl 水溶液と CH_3COONa 水溶液の液性をそれぞれ答え、元の酸の違いと構成イオンの性質から説明せよ。

演習 3

NH_4Cl は、強酸 HCl と弱塩基 NH_3に対応する塩である。純粋な NH_4Cl を水に溶かした水溶液について考える。

1. NH_4Cl を構成する陽イオンと陰イオンを答えよ。
2. NH_4Cl 水溶液が酸性を示す理由を、未反応の HCl が余っているという説明ではなく、塩を構成するイオンの性質から説明せよ。

©ミライコーチング

演習 4

$NaHSO_4$はH_2SO_4に由来し、HSO_4^-中に酸としての H が残っている。$NaHCO_3$はH_2CO_3に由来し、HCO_3^-中に酸としての H が残っている。
一般的な水溶液では、$NaHSO_4$水溶液は酸性、$NaHCO_3$水溶液は弱い塩基性を示すものとする。

1. $NaHSO_4$と $NaHCO_3$を正塩・酸性塩・塩基性塩のどれに分類するか、理由とともに答えよ。
2.「酸性塩を水に溶かすと必ず酸性になる」と判断してよいか。与えられた水溶液の液性を使って説明せよ。

演習 5

NH_4Cl、NaCl、CH_3COONa はいずれも正塩である。25℃でこれらの水溶液に BTB 溶液を加えると、NH_4Cl では黄、NaCl では緑、CH_3COONa では青を示したものとする。この比較では黄を酸性側、緑を中性付近、青を塩基性側とする。
「正塩を水に溶かした水溶液は必ず中性である」という説明が正しいか。3 種類の水溶液の液性を挙げて説明せよ。

演習問題の解答・解説

解答 1

1.

Na_2CO_3は**正塩**、$NaHCO_3$は**酸性塩**である。
H_2CO_3には酸として H^+となり得る H が 2 個ある。
Na_2CO_3ではその H が残っていないのに対し、$NaHCO_3$では HCO_3^-中に H が 1 個残っているため、$NaHCO_3$は酸性塩に分類される。

2.

CH_3COOH で酸として H^+になるのは COOH 部分の H である。
CH_3COONa では、その H が Na に置き換わって CH_3COO^-となっている。
CH_3部分には H が残っているが、これは酸として電離する H ではないため、CH_3COONa は**正塩**である。

解答 2

1.

NaCl は **Na^+と Cl^-**からなる。
CH_3COONa は **Na^+と CH_3COO^-**からなる。

2.

NaCl 水溶液は**ほぼ中性**、CH_3COONa 水溶液は**塩基性**である。
NaCl は強酸 HCl と強塩基 NaOH に対応する塩であり、Na^+と Cl^-は水の液性をほとんど変えない。
一方、CH_3COONa は弱酸 CH_3COOH と強塩基 NaOH に対応する塩であり、CH_3COO^-が水と反応して OH^-を生じやすくするため、水溶液は塩基性になる。

©ミライコーチング

解答 3

1.

NH_4Cl を構成する陽イオンは **NH_4^+**、陰イオンは **Cl^-**である。

2.

純粋な NH_4Cl を水に溶かした場合、酸性になる原因を「中和されずに HCl が余っている」と考えるのは適切ではない。
NH_4^+が水と反応して H^+を生じやすくするため、NH_4Cl 水溶液は酸性を示す。
したがって、液性は塩を構成する **NH_4^+の性質**によって説明できる。

解答 4

1.

$NaHSO_4$と $NaHCO_3$は、どちらも**酸性塩**である。
$NaHSO_4$では H_2SO_4に由来する H が HSO_4^-中に残っている。
$NaHCO_3$でも H_2CO_3に由来する H が HCO_3^-中に残っている。
したがって、どちらも多価酸の H^+となり得る H を残す酸性塩に分類される。

2.

一律に判断することはできない。
与えられた条件では、$NaHSO_4$水溶液は**酸性**である一方、$NaHCO_3$水溶液は**弱い塩基性**である。
どちらも分類上は酸性塩だが、水溶液の液性は同じではない。
したがって、酸性塩という分類名だけから水溶液の液性を決めることはできない。

解答 5

正しくない。
BTB 溶液の色から、この比較では NH_4Cl 水溶液は**酸性**、NaCl 水溶液は**ほぼ中性**、CH_3COONa 水溶液は**塩基性**である。
3 種類はいずれも正塩であるにもかかわらず、水溶液の液性は異なる。
したがって、正塩という分類だけから「水溶液は必ず中性」と判断することはできず、塩を構成するイオンの性質も考える必要がある。