

平成27年度

新潟大学理学部推薦入学試験

自然環境科学科

小論文試験問題

注意事項

1. 開始の合図があるまでこの冊子を開いてはいけません。
2. 試験開始後、次のものが配布されているか確認してください。
問題冊子1部、解答用紙4枚、下書き用紙1枚
3. 問題は全部で2題あります。2題すべて解答してください。
各解答用紙に受験番号を記入してください。
4. 解答時間は、120分です。途中で退席することはできません。
5. 試験終了後、問題冊子と下書き用紙は各自持ち帰ってください。
6. 解答欄が不足する場合は、その解答用紙の裏面に解答の続きを書いてかまいません。ただし、その場合には解答欄に「裏面に続く」と記してください。

I. 化学物質の毒性に関する以下の文章を読み、1～4の問いに答えよ。

私たちは多くの化学物質の恩恵に浴して生活している。プラスチック容器なしに生活することが困難だということは容易に理解できるだろう。医薬品の多くは合成化学薬品であるし、天然繊維の衣類だけで生活することも極めて難しい。しばしば無農薬栽培の作物の安全性が唱えられるが、農業生産が多くの農薬（化学物質）で支えられていることもまた事実である。

私たちが生活で利用している化学物質の機能向上に向けて、日々新たな化学物質が開発されるが、新規の化学物質を生活の場で使うためには、その安全性を確保することが重要である。したがって、化学物質を使用するにあたってはさまざまな試験が実施される。新規化学物質の安全性を確認する毒性試験を、ヒトで実施することができないのは言うまでもない。したがって、通常は実験動物を用いた毒性試験を実施することになるが、(i)ヒトの代わりに動物を使用した試験には様々な問題がある。

毒性試験を行うためには、毒性とは何かという問題をはっきりさせる必要がある。直観的に分かりやすい毒性の結果は動物の死、つまり、ある化学物質を動物が摂取したときに動物が死ぬかという点になる。これは一見極めて分かりやすいことのように見えるが、摂取直後（たとえば24時間以内）に死ぬ急性毒性なのか、摂取後かなりの時間を経てから起こる（たとえば、幼い時代に摂取した化学物質による寿命の短縮のような）慢性毒性なのかによって試験の方法は異なってくる。さらに、「毒性＝ヒトに対する悪い影響」という観点からは、(ii)毒性試験によって評価しなければならない項目は生死以外にもいろいろあり得るので、結果としては様々な観点からの毒性試験が行われることになる。

どのような毒性でも、毒性評価の

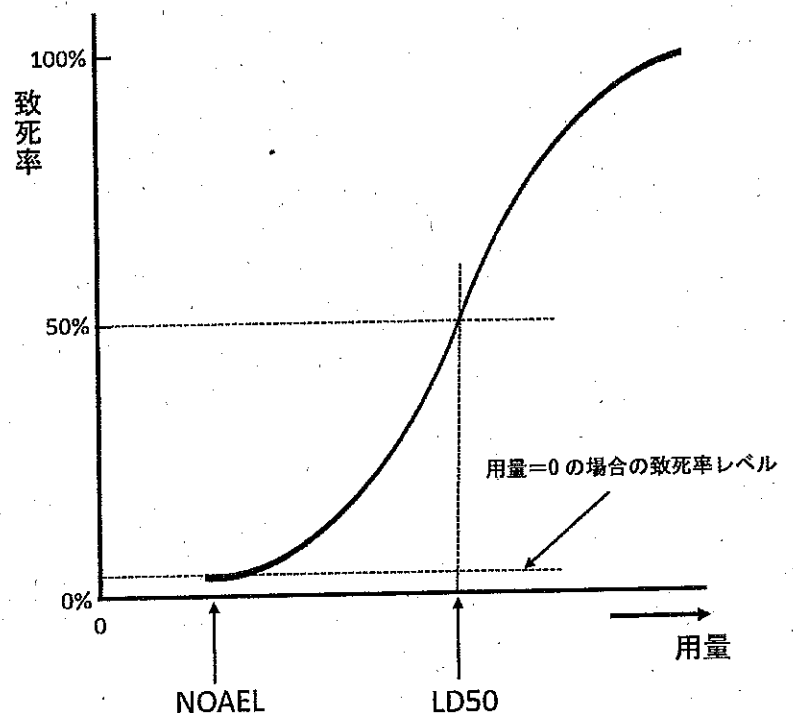


図1. 用量効果曲線とLD50, NOAEL

ためには化学物質の用量と影響との定量的関係を把握することが不可欠である。化学物質の摂取と動物が死ぬこととの因果関係が明らかな急性毒性について、投与する化学物質の用量に応じた致死率を調べると、通常図 1 に示すように変化する。このようなグラフを用量効果曲線という。用量効果曲線から、毒性を評価するために重要な2つの値 (LD50: 半数致死用量, NOAEL: 無毒性量) が導き出される。LD50は、(iii) 化学物質の毒性の強さを把握する指標となり (表1), NOAELは、物質を取り扱う際の安全基準を定めるために用いられる。

表1. 代表的な化学物質の急性LD50の例

物質名	使用した実験動物	LD50	弱
		mg(体内摂取量)/kg(体重)	
エチルアルコール	マウス	10,000	↑ 毒性 ↓ 強
塩化ナトリウム	マウス	4,000	
モルヒネ	ラット	900	
DDT(殺虫剤)	ラット	100	
ストリキニーネ	ラット	2	
ニコチン	ラット	1	
テトラドキシシ(フグ毒)	ラット	0.1	
ダイオキシシ	モルモット	0.001	
ボツリヌス毒素	ラット	0.00001	

1. 下線部(i)について、ヒトに対する安全性を確認するために実験動物を用いて毒性試験を行うことについては、いろいろな観点からの問題が指摘できる。あなた自身は、そこにはどのような問題があるか考えるか解説し、それを解決するためにはどのようなことを行えば良いか具体的に提案せよ。
2. 下線部(ii)について、ヒトの安全性を確保するために評価しなければならない生死以外の項目にはどのようなものがあるか、思いつく具体的な項目を2つ挙げ、その項目を評価する重要性を説明するとともに、それをどのような方法で評価すれば良いか、考えるところを記せ。

3. 下線部(iii)について、図2は物質Aと物質Bの急性毒性に関する用量効果曲線である。この図から2つの物質の毒性の違いを評価する場合、LD50に着目した場合とNOAELに着目した場合には、物質Aと物質Bの毒性の強さの順番は異なる。LD50に基づく場合とNOAELに基づく場合で、両者の毒性の強さの順番はどのように異なるか、解答欄に記せ。また、物質の毒性を用量効果曲線に基づいて評価する際の注意点について考察せよ。

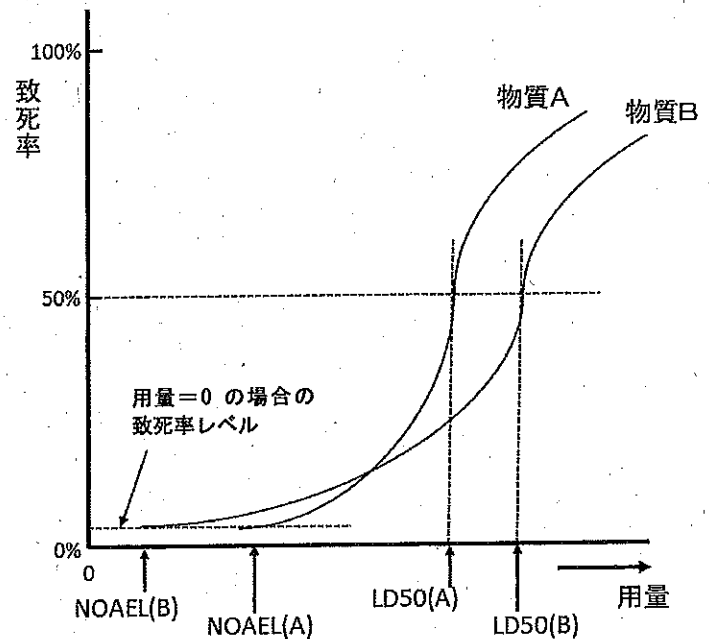


図2. 物質Aと物質Bの用量効果曲線とLD50, NOAEL

4. 表1に示されたDDTは殺虫効果が高く、安定で長期間効果を発揮し、価格(製造コスト)が安い化学物質であったことから、以前は世界的に使用された。その後、その毒性が明らかになったことにより、現在は先進国ではほとんど使われていない。しかし、蚊が媒介するマラリアの被害が深刻な一部の発展途上国では、蚊の発生を抑制するために現在も使用されている。このことが、現在でも先進国で微量のDDTが検出される原因の一つである可能性が指摘されている。発展途上国におけるDDTの使用を今後どのようにしていけば良いと考えるか、記せ。

II. 海水の密度に関する以下の文章を読み、1～5の問いに答えよ。

海水の密度 (g/cm^3) は、海洋内における水や物質の循環に大きな影響を及ぼす因子である。海水の密度は鉛直および水平方向に変化し、その変化の大きさは海域や季節によって異なる。密度の鉛直方向の変化が小さければ、水は鉛直混合しやすい。密度の鉛直下方向の増加割合が大きければ、鉛直混合が抑制され、水や物質のやりとりが妨げられる。これは海の生物の営みにも影響を及ぼす。

塩分は海水の密度を決める因子の一つである。塩分が高いほど、海水の密度は大きい。塩分は海水 1 kg 中に溶解している塩の総重量 (g) であり、総重量 1 g 含まれる場合、塩分 1 と表す。外洋では、塩分 32～38 である。表層の塩分は、水の蒸発と降雨のバランスで決まる。年間の蒸発量が降雨量を上回る亜熱帯域では、表層水の塩分が (A) く、逆に降雨量が多い亜寒帯域では、表層水の塩分は (B) い。この他、結氷・融解、淡水の流入によっても変動する。深層水の塩分は、塩分の異なる海水との混合によって変動する。

海水密度を決めるもう一つの因子は水温である。密度に対する水温の影響は塩分に依存している。水温は、おおよそ冬季の極域におけるマイナス 2°C 程度から亜熱帯域におけるプラス 30°C 程度まで幅広い値を示す。図 1 は、低い水温の範囲において、最大密度を与える水温および氷点、塩分とともにどのように変化するかを示したものである。淡水の寄与が大きい沿岸水など、塩分が 24.63 よりも低い場合、最大密度を示す水温は氷点よりも (C) くなる。塩分 24.63 においては、最大密度の水温と氷点は一致し、その温度はマイナス 1.34°C である。塩分が 24.63 よりも高い海水では、水温が (D) いほど密度は大きく、密度が最も大きい海水は氷点ぎりぎりまで冷却された水である。

水温や塩分が鉛直方向に変化するため、密度も鉛直方向に変化する。密度が深さとともに増加していれば、海水の鉛直構造は安定であり、水の上下混合が起こりにくくなる。(1) 密度の大きい海水が密度の小さい海水よりも浅いところにあれば、鉛直構造は不安定であり、上下混合が起こると考えられる。亜熱帯域で蒸発によって塩分が (A) くなった表層水が表層の流れによって寒帯域に運ばれ、そこで冬季の厳し

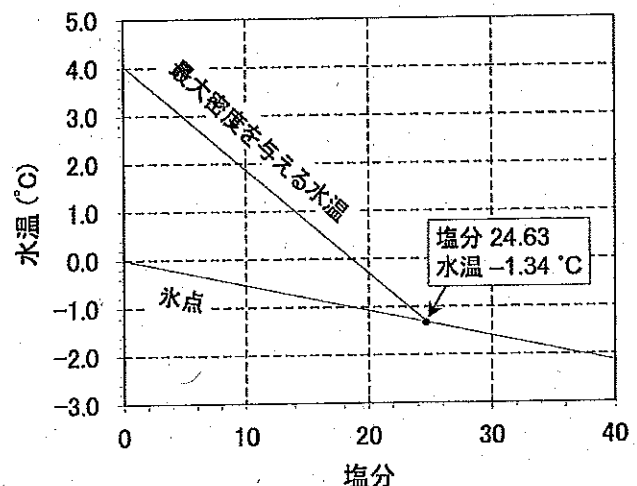


図1. 最大密度を与える水温, 氷点

い冷却を受けると、(E) 塩分かつ低水温、それゆえ密度の大きい海水となる。これは深層水の形成メカニズムとして知られている。深層水が形成される海域は限られており、北大西洋のグリーンランド沖や南極海のウェッデル海が知られている。形成された深層水は世界の海洋深層を巡り、インド洋や太平洋でゆっくり上昇し、表層の流れによって再び深層水の形成海域へと戻る。これは海洋の大循環として知られている。

1. 文中の (A) ~ (E) には、「高」あるいは「低」が入る。それぞれ答えよ。
2. 上記の文章を 300 字程度で要約せよ。
3. 図 1 に関して、以下の問いに答えよ。
 - a. 真水の密度が最大となる水温を図から読み取り答えよ。
 - b. 次の (ア)、(イ) のそれぞれについて、最大密度を示す時の水温を図から読み取り答えよ。

(ア) 塩分 20 の海水 (イ) 塩分 30 の海水

4. 図 2 は外洋における水温と塩分の仮想的な鉛直分布を図示したものである。下線部(i)の記述を参考にして、不安定な鉛直構造を示しているものを (ア) ~ (カ) から全て選び、答えよ。

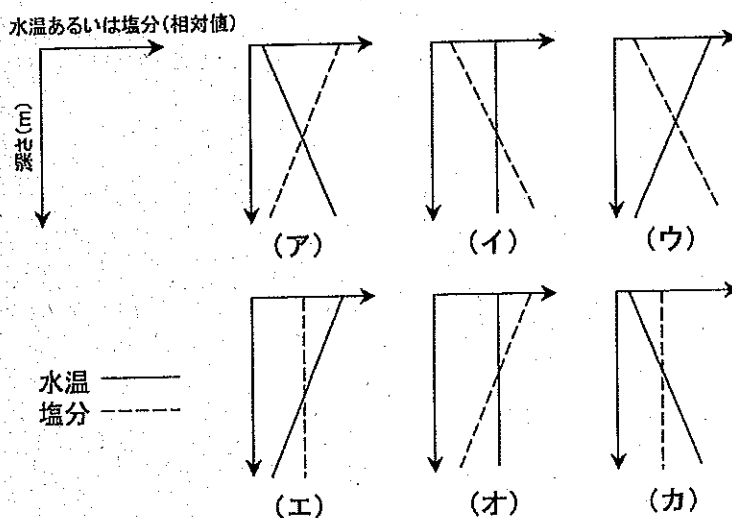


図2. 外洋における塩分と水温の仮想的な鉛直分布

5. 図3は密度が一定のときの水温と塩分の関係を図示したものであり、曲線は同じ密度の値を示す等密度曲線である。各曲線の近傍に記した数値はその海水の密度の値である。等密度曲線は上にややカーブしているのが特徴である。Xは、水温 12°C 、塩分 34、密度 1.026 g/cm^3 の海水を表す。海水 Y と海水 Z は密度 1.028 g/cm^3 の等密度曲線上にある。図3に関して以下の問いに答えよ。

a. 次の (ア) と (イ) のそれぞれの条件で、海水 X の密度が 0.001 g/cm^3 だけ増加するには、塩分あるいは水温がどのように変化すればよいか。図3から読み取れる数値を用いて答えよ。

(ア) 水温が一定の条件

(イ) 塩分が一定の条件

b. 海水 Y と海水 Z が混合して新しくできる海水の密度は混合前の海水の密度と異なる。どのように異なるか、図3から読み取れる根拠と共に簡潔に答えよ。

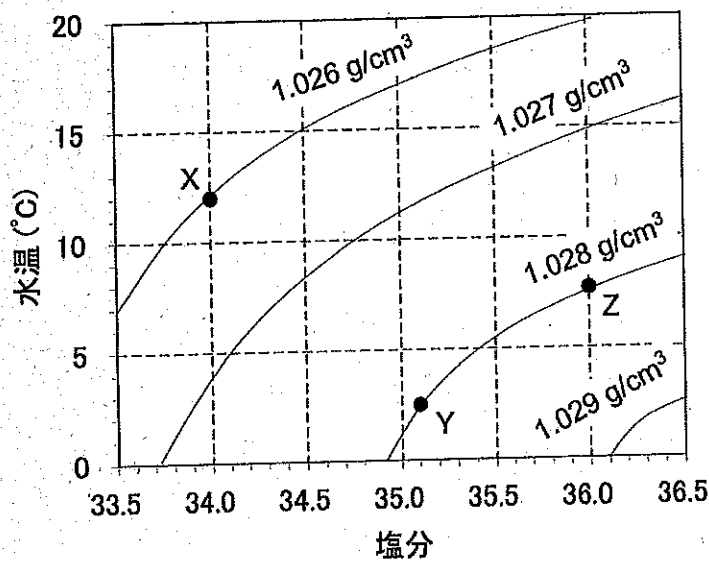


図3. 密度が一定のときの水温と塩分の関係