

## 1. DPAA の物性

ジフェニルアルシン酸 (DPAA) は常温で白色の固体 (針状結晶) であり、図 1-1 に示す化学構造をした五価の有機ヒ素化合物である。

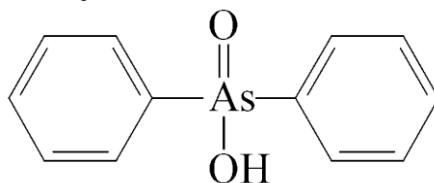


図 1-1 DPAA の化学構造式

主要な物性等の情報は表 1-1 のとおりである。

表 1-1 DPAA の主要な物性値

CAS 番号	4656-80-8
化学式 (CF)	$C_{12}H_{11}AsO_2$
分子量 (MW)	262.14
融点 (MP)	174°C <sup>1)</sup> 、165~169°Cから 176°C (実測値) <sup>2)</sup>
沸点 (BP)	437.9°C (予測値) <sup>2)</sup>
引火点 (FP)	196°C (予測値) <sup>2)</sup>
水解離定数 (pKa)	4.90 (実測値) <sup>3)</sup>
有機炭素吸着係数 (Koc)	15.60 (pH6)、1.72 (pH7)、1.0(pH8) (25°C予測値) <sup>2)</sup>
オクタノール/水分配係数 (log P)	1.88 (25°C予測値) <sup>2)</sup> 、1.2 (実測値) <sup>3)</sup>
溶解度 (MS)	2.0 g/L (pH6)、18 g/L (pH7)、130 g/L (pH8) (25°C予測値) <sup>2)</sup>
蒸気圧 (VP)	$1.92 \times 10^{-8}$ mmHg ( $2.56 \times 10^{-6}$ Pa) (25°C予測値) <sup>2)</sup>
生物濃縮係数 (BCF)	1.0 (pH6)、1.0 (pH7)、1.0 (pH8) (25°C予測値) <sup>2)</sup>

DPAA は水、エタノールに易溶、エーテル、ベンゼンには微溶であり、光により変質する。190~200°Cで無水物をつくらず揮発する<sup>1,4)</sup>。

また、DPAA の関連物質であるフェニルメチルアルシン酸 (PMAA) 及びモノフェニルアルソン酸 (MPAA) は図 1-2 に示した化学構造の有機ヒ素化合物 (五価) であり、DPAA が分解して MPAA となり、さらにメチル化されて PMAA となったものと考えられる。



モノフェニルアルソン酸 (MPAA)

フェニルメチルアルシン酸 (PMAA)

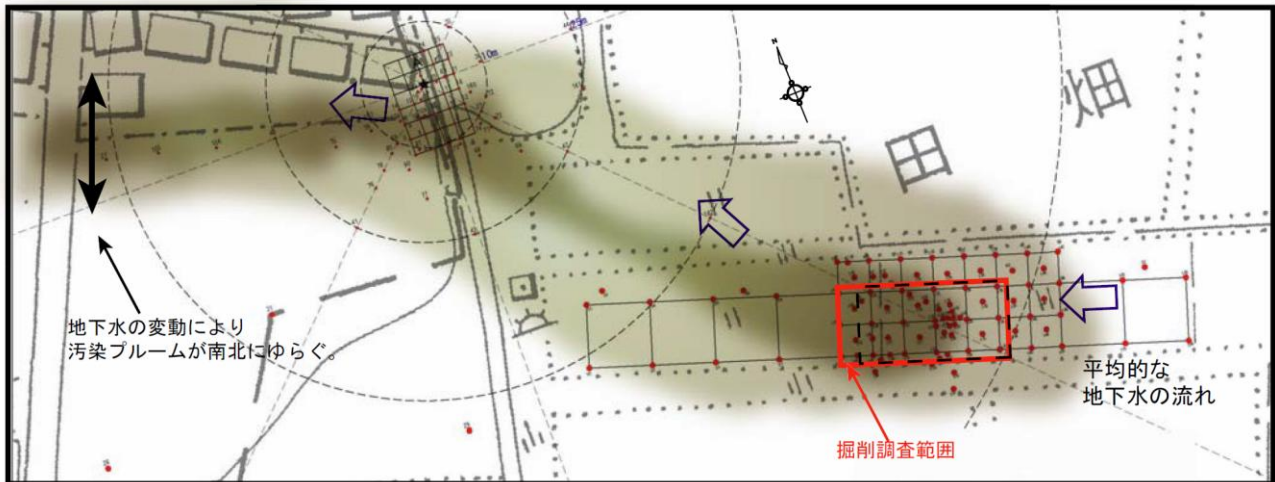
図 1-2 DPAA 関連物質の化学構造式

## 2. DPAA 汚染の状況

### 2.1 DPAA による地下水汚染のメカニズム

A 井戸、B 地区を中心としたボーリング調査、地下水・土壌調査、地下水モニタリング調査及び汚染源掘削調査の結果を踏まえ、汚染メカニズム解明に資することを目的として実施した地下水汚染シミュレーションによる汚染状況の再現結果から<sup>5)</sup>、想定される A 井戸周辺の汚染メカニズムとして、図 2-1 の模式図のように考えられた。

深層部汚染状況図



地下水汚染模式断面図

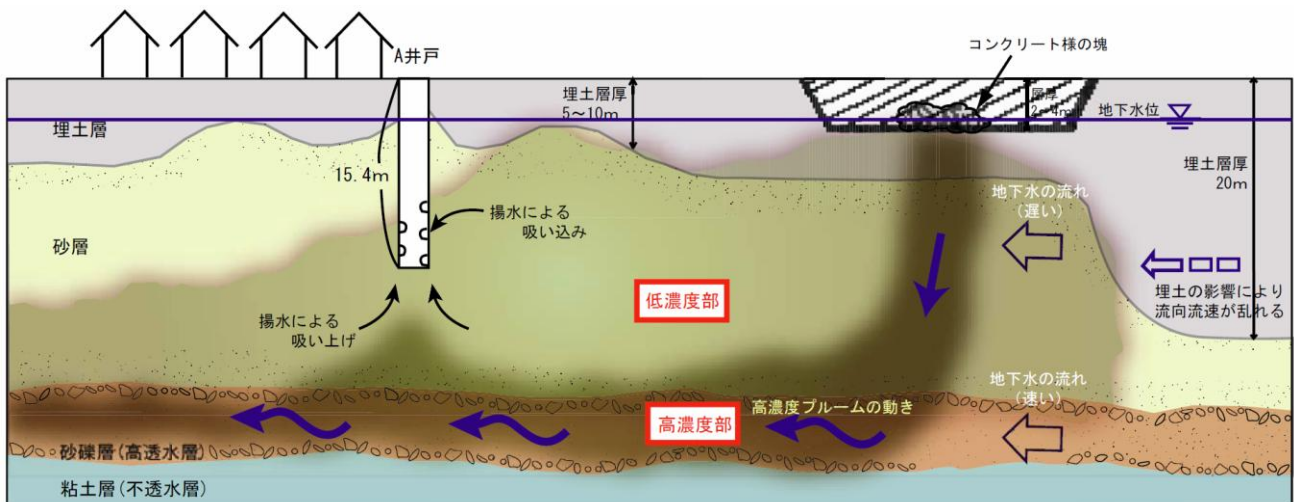


図 2-1 A 井戸周辺の汚染メカニズム

コンクリート様の塊から溶出した高濃度の DPAA は、周辺地下水より重いため降下浸透し、汚染を拡散させながら、深度 25～30 m に分布する透水性の良い砂礫層に達した時点で水平方向に流れの方向を変え、速い流速で A 井戸直近を通過し、西方へ流れていくことが分かった。

この際、A 井戸付近の浅層部では、不均質に透水性の低い埋土層が分布する影響で、汚染地下水は埋土ではない透水性の高い砂層等を通じて移動し、A 井戸方向に向かい、この結果、A 井戸の揚水に伴って、浅層部を主体に広がってきた汚染地下水と深層部を主体に広がってきた汚染地下水と

を吸い込むことによって A 井戸の汚染が引き起こされたと考えられる。また、予測解析を行った結果、汚染範囲は時間の経過とともに徐々に小さくなる傾向が見られ、特に深度 30 m 付近には流速の速い砂礫層が分布しており、ここを流れる汚染されていない地下水の希釈効果により濃度の減少が早く、汚染プルームも地下水流れの下流方向へと動くという結果となった。なお、A 井戸付近を越えた深度 30 m 付近の汚染地下水は、常に同じ箇所を通るのではなく、降雨に伴う地下水位の変動の影響により、南北に揺らぎながら西方に移流して汚染を拡散する状況がシミュレーションにより再現された。

このようにしてコンクリート様の塊から溶出した DPAA がその直下の流速の速い砂礫層に達した後、B 地区及び AB トラック南西地域で確認されている地下水汚染の汚染源となりうるかについて、降雨条件、企業局井戸の揚水状況の変化及び地下水位条件等を考慮して地下水汚染のシミュレーションを行った結果、AB トラックを含む広域範囲における深層部地下水の汚染状況は図 2-2 のとおりであった。

即ち、DPAA を含む汚染地下水が平成 8 年 1 月頃にコンクリート様の塊直下の流速の速い砂礫層に到達してから、汚染地下水は移流拡散により B 地区方向へ進み、B 地区の深層部（深度 30m）には平成 10 年 1 月頃に 0.01 mgAs/L の汚染が到達し、さらに周辺の企業局揚水井戸の揚水の影響を受けながら、西方に向かう汚染地下水は AB トラックの南西地域に到達する結果となった。そして、この結果から、B 地区及び AB トラック南西地域で確認されている深層部（深度 30 m）の地下水汚染はコンクリート様の塊が汚染源である可能性が高いと考えられた。

一方、B 地区の浅層部で確認されている地下水汚染のメカニズムを検討した結果、B 地区の浅層部で検出された汚染は、過去に行われた農業用井戸による汚染地下水の揚水や揚水した汚染地下水の水田への涵養（浸透）などの水利用等の影響が示唆され、B 地区付近の表層に別の高濃度の汚染源がなくとも、A 井戸付近から移流してきた汚染地下水が B 地区の汚染源になりうる事が検証された。

これまでの地下水モニタリングの状況から、B 地区や AB トラック南西地域においては、A 井戸周辺や掘削調査地点周辺で確認されている高濃度の地下水汚染は確認されていない。また、地下水汚染シミュレーションで汚染状況を再現した結果、A 井戸周辺、B 地区、AB トラック南西地域等で確認されている地下水汚染については、いずれも A 井戸南東 90 m 地点で発見されたコンクリート様の塊が汚染源であると考えられ、旧軍関連施設及び旧軍毒ガス兵器に関する情報収集調査を行った結果、旧軍毒ガス兵器（あか弾、あか筒）の廃棄・遺棄行為によるものではないと判断される。これらのことから、B 地区や AB トラック南西地域には別の汚染源が存在する可能性は低く、A 井戸南東 90 m 地点において、平成 5 年 6 月以降に投棄されたと推定されるコンクリート様の塊が地域全体の地下水汚染源である可能性が高いと判断された。

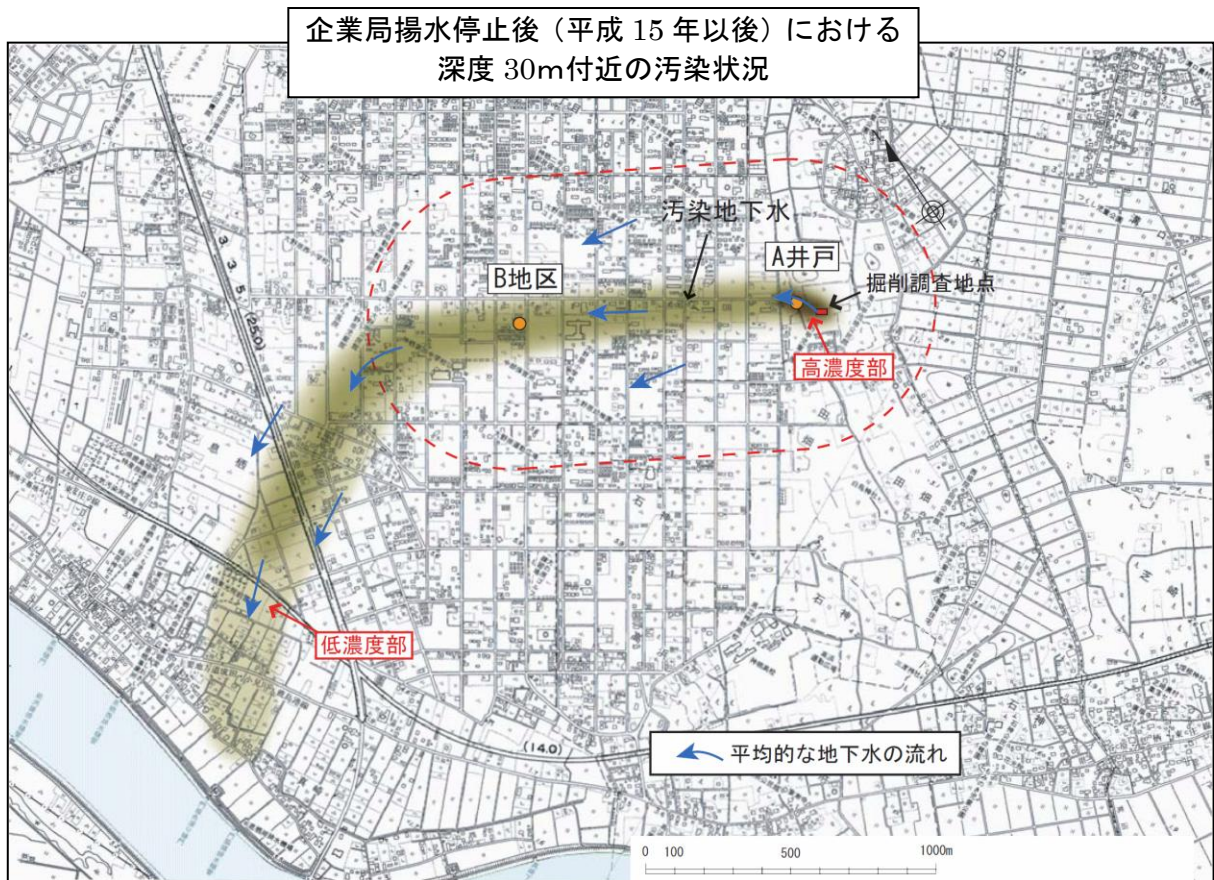
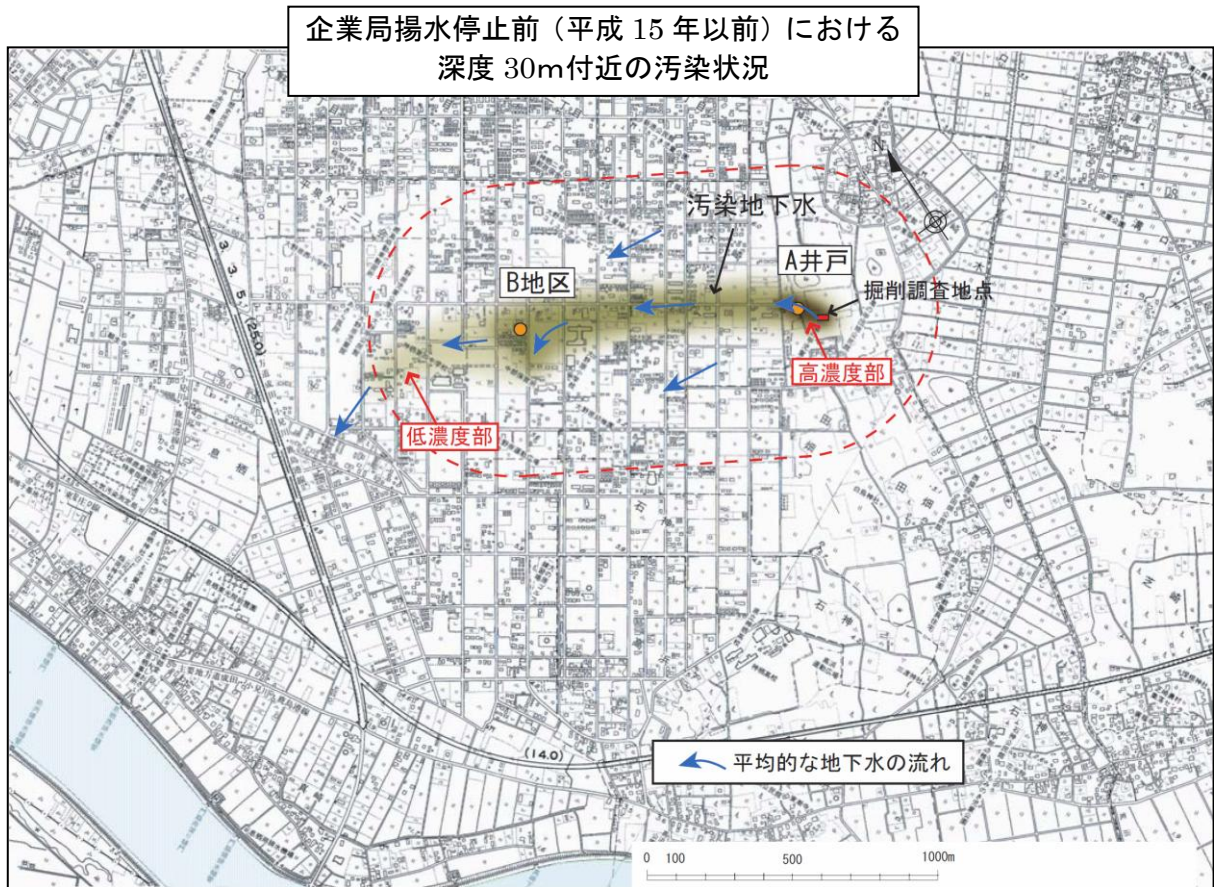


図 2-2 AB トラックを含む広域範囲における深層部地下水汚染状況図  
(企業局揚水停止前後の状況)

図 2-3 は、A 井戸詳細地下水汚染シミュレーション現況再現解析結果より得られた A 井戸水の DPAA 推定濃度の推移を示している。

これは、汚染源から採取したボーリングコア試料の溶出試験から得られた 3,200 mgAs/L をベースに、これよりも高濃度の場合を考慮して約 3 倍の 10,000 mgAs/L、低濃度の場合を考慮して約 1/3 の 1,000 mgAs/L の 3 つのケースを汚染源での DPAA 初期濃度として設定し、A 井戸の地下水汚染を詳細に検討して再現したものであり、現況の地下水汚染濃度及び汚染分布から勘案すると、3 つのケースのうち、3,200 mgAs/L のケースが現況の汚染状況を再現するには妥当であったことが明らかになっている。

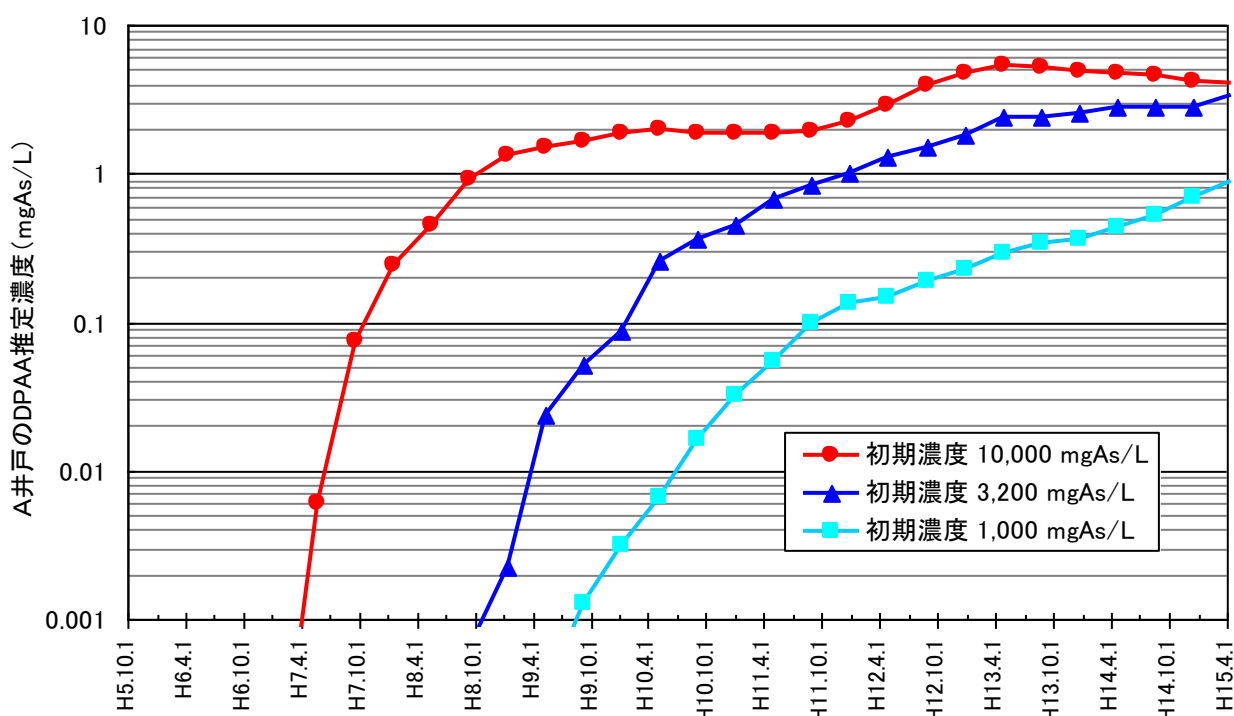


図 2-3 A 井戸詳細地下水汚染シミュレーション現況再現解析による DPAA 推定濃度の推移

### 3. DPAA の代謝及び動態

#### 3.1 吸収

$^{14}\text{C}$  でラベルした DPAA ( $^{14}\text{C}$  標識 DPAA) 0.3 mg/kg を雄ラットに単回経口投与した結果、投与した放射活性の約 8 割が消化管から吸収され、経口吸収性は比較的高いと考えられた。また、雌に投与したときの血中放射活性との比較から、 $^{14}\text{C}$  標識 DPAA の体内動態に性差はないものと考えられた<sup>3)</sup>。

皮膚からの吸収に関しては、1,000 mg/kg/day という高用量での経皮毒性試験で DPAA に特徴的な毒性作用（黄色尿や肝臓の腫大など）がみられたことから、わずかではあるが、DPAA は皮膚からも吸収されると考えられた<sup>3)</sup>。

また、環境省による皮下組織及び脂肪を除去した雄のヘアレスラット腹部皮膚又はヒト摘出皮膚を用いた *in vitro* の皮膚透過試験では、図 3-1 に示すように 2-チャンバー拡散セル（有効拡散面積  $0.95\text{ cm}^2$ ）に皮膚を挟んで各セルに  $32^\circ\text{C}$  又は  $40^\circ\text{C}$  のリン酸緩衝液（PBS）を満たし、DPAA を角質層側に添加して真皮側に透過した DPAA の濃度を経時的に測定して皮膚透過係数を求めた。

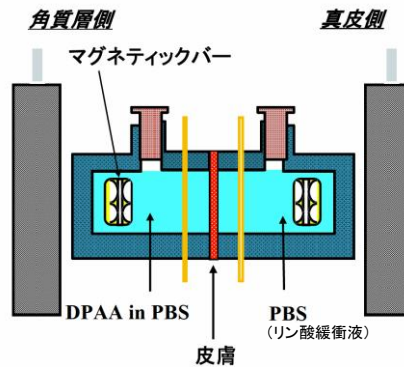


図 3-1 皮膚透過試験用 2-チャンバー拡散セルの模式図

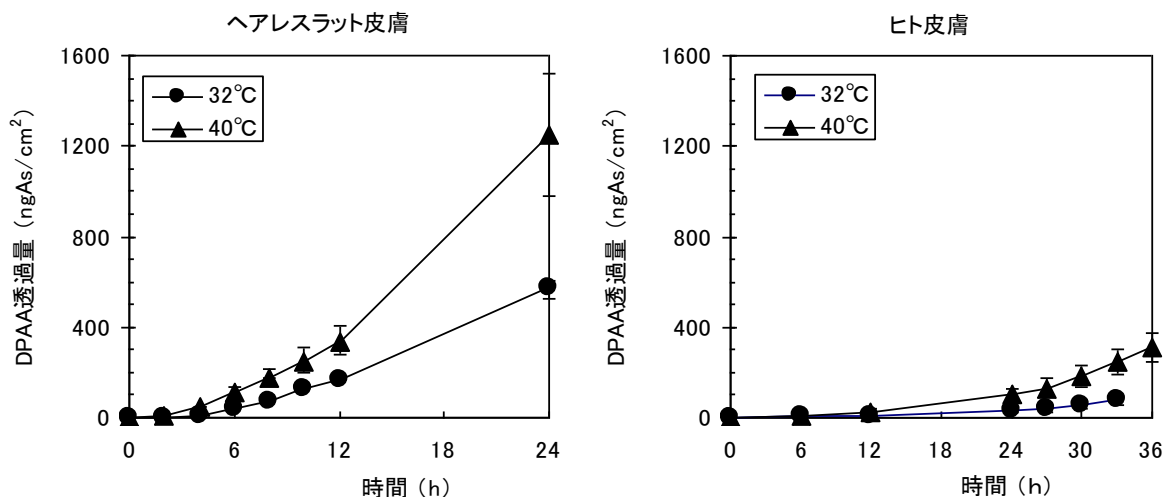


図 3-2 ヘアレスラット皮膚及びヒト皮膚を介した DPAA 累積透過量

図 3-2 に示すように、いずれの皮膚においても温度の上昇に伴う DPAA 累積透過量の増大が認められ、DPAA が真皮側に出現するまでの時間はラット皮膚で約 2 時間、ヒト皮膚で約 6 時間であり、それまでの時間を実験初期として、定常状態とともに皮膚透過係数を算出した。

ヒト皮膚の DPAA 透過係数は表 3-1 に示すようにラット皮膚の値の約 1/2~1/5 と小さく、32°C から 40°C への温度上昇に伴う透過係数の増大はいずれの皮膚も 2~4 倍で一般的な傾向と異なるものではなかった。実験初期の透過係数は定常状態に比べてラット皮膚で 1/13~1/24、ヒト皮膚で 1/8~1/16 であり、入浴時に対応する初期の非定常での透過係数は極めて低い値であった。

表 3-1 32°C 及び 40°C における実験初期と定常状態の DPAA 透過性の比較

	ヘアレスラット( $\times 10^{-8}$ cm/s)		ヒト( $\times 10^{-8}$ cm/s)	
	0~2 時間	定常状態	0~6 時間	定常状態
32°C	0.26 $\pm$ 0.08	6.26 $\pm$ 0.42	0.14 $\pm$ 0.10	1.10 $\pm$ 0.28
40°C	1.03 $\pm$ 0.15	13.5 $\pm$ 3.98	0.26 $\pm$ 0.11	4.14 $\pm$ 1.02
増加比	4.0	2.2	2.2	3.8

40°C、0~6 時間でのヒト皮膚の DPAA 透過係数  $0.26 \times 10^{-8}$  cm/s を用いて、DPAA 濃度が 1 mgAs/L の風呂に 10 分間入浴 (体表面積 1.6 m<sup>2</sup> と仮定) した場合の吸収量を求めると、0.02  $\mu$ gAs と算出されるが、これは消化管からの吸収率を 100% と仮定すると、1 mgAs/L の水 0.02 mL を飲んだ場合に相当する。なお、この見積りは DPAA 濃度が定量可能になった 6 時間目のデータを用いていることから、実際の入浴時間 (1 時間以内) では透過係数はさらに低いものと推測され、吸収量は 0.02  $\mu$ gAs を下回ると考えられた。

### 3.2 分布

雌雄のラットに <sup>14</sup>C 標識 DPAA 0.3 mg/kg を単回経口投与した結果、吸収された放射活性は全身諸器官に分布し、特に腎臓に高い割合で分布し、次いで血液、骨格筋、小腸、肝臓及び皮膚に分布した。また、分布速度は緩やかながら、中枢・末梢神経へも分布していた。その後、放射活性はこれらの器官から次第に消失していくが、168 時間後も中枢・末梢神経及び皮膚ではピーク値の 20~40% の放射活性がみられ、他の組織ではピーク値の 10% 以下から検出限界未満であったことから、中枢・末梢神経及び皮膚からの消失は比較的緩やかで、長く留まる傾向が認められた<sup>3)</sup>。雄ラットへの DPAA 5 mgAs/kg (17.5 mg/kg) の単回経口投与では、7 日後の主要組織から投与量の約 11.5% (肝臓で約 1%、他の臓器で 1% 以下) のヒ素が回収され、組織への分布は低かった。しかし、対照群に対する投与群の臓器中ヒ素濃度の比率をみると、他の臓器では 1~10 程度であったのに対し、脳では 1 日後に 62.3、7 日後に 91.1 と顕著に高い値を示した。なお、投与量の約 40% が脂肪組織や爪、体毛などの分析対象外の組織に分布していた可能性が考えられた<sup>6)</sup>。

雄ラットに <sup>14</sup>C 標識 DPAA 0.3 mg/kg/day を 7 日間経口投与した結果、放射活性はほぼ全身に分布し、最終投与の 0.5 時間後にピーク値を示して経時的に低下した。最も高い放射活性を示した組織は腎臓で、次いで消化管を除くと大脳、小脳、延髄、脊髄、坐骨神経等の中枢・末梢神経系であったが、最終投与の 336 時間後までに腎臓ではピーク値の 1% 未満まで低下したのに対し、中枢・末梢神経系、皮膚、脂肪からの消失は緩徐で、ピーク値の 10% 以上の放射活性がみられ、特に皮膚ではピーク値の約 28% もあった<sup>3)</sup>。

雄ラットに <sup>14</sup>C 標識 DPAA 1 mg/kg を単回経口投与し、1、3 日後の脳内放射活性の分布を全身オ

ートラジオグラフィーで調べた結果、大脳、小脳、延髄、視神経にほぼ均等に分布していたことから、中枢神経内での部位特異性はないものと考えられた<sup>3)</sup>。また、0.3 mg/kg を単回経口投与した雄ラットの脳分画、脊髄、坐骨神経等の中枢・末梢神経系からの放射活性の消失は緩徐であり、投与後 168 時間でも、それぞれ投与後 24 時間の 17%以上の放射活性が認められ、特に坐骨神経では 40%以上の放射活性が認められ、消失が最も緩徐であった。0.3 mg/kg/day の 21 日間経口投与でも中枢・末梢神経系からの放射活性の消失は緩徐であり、336 時間後もそれぞれ投与後 24 時間の 22%以上の放射活性が認められ、特に脊髄では 40%以上もあり、消失が最も緩徐であった。なお、最終投与後 24、72、168 時間における組織中の放射活性は単回経口投与時に比べて高く、反復投与によって上昇することが示されたが、その上昇率（約 2~9 倍）は血漿の場合と同程度であり、放射活性の血漿から組織への移行性は反復投与により大きく変動しないことが示唆された<sup>3)</sup>。

雌雄のラットに 0.3、1.2、5 mg/kg/day の DPAA を 28 日間経口投与して体内の DPAA 濃度を調べるとともに、5 mg/kg/day 群については 14 日間の回復期間後の体内濃度も測定した。その結果、図 3-3 に示すように、いずれの投与群でも脳神経系の DPAA 濃度は体内組織の中で最も高い水準にあり、他には小腸、腎臓なども相対的に高かった。最終投与から 14 日経過後（5 mg/kg/day 回復群）の濃度低下をみると、体外排出に伴う体毛の濃度増加を除くと、脳神経系（雌雄）及び精巣上体（雄）で濃度低下割合の低いことが目立ち、脳が最も高いレベルにあることは大きな特徴と考えられた。また、0.3、1.2 mg/kg/day 群では投与量にほぼ比例して組織内の DPAA 濃度が増加（4 倍前後）し、5 mg/kg/day 群では体内濃度が急増して多くの組織で想定される濃度よりも一桁高かった（30 倍前後）が<sup>7)</sup>、5 mg/kg/day は死亡がみられるような投与量であることから、全身状態の悪化による排泄機能の低下を反映した結果であることも考えられた。

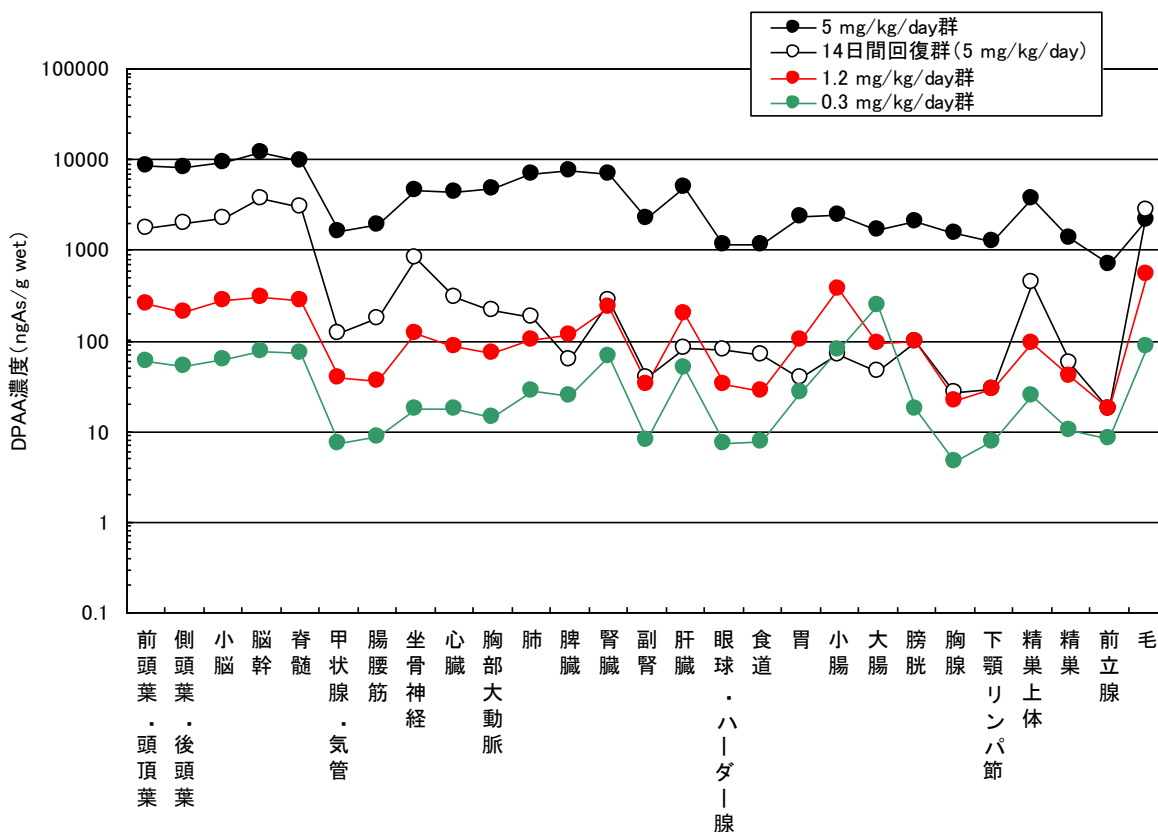


図 3-3 (1) DPAA を 28 日間投与した雄ラットの組織中 DPAA 濃度



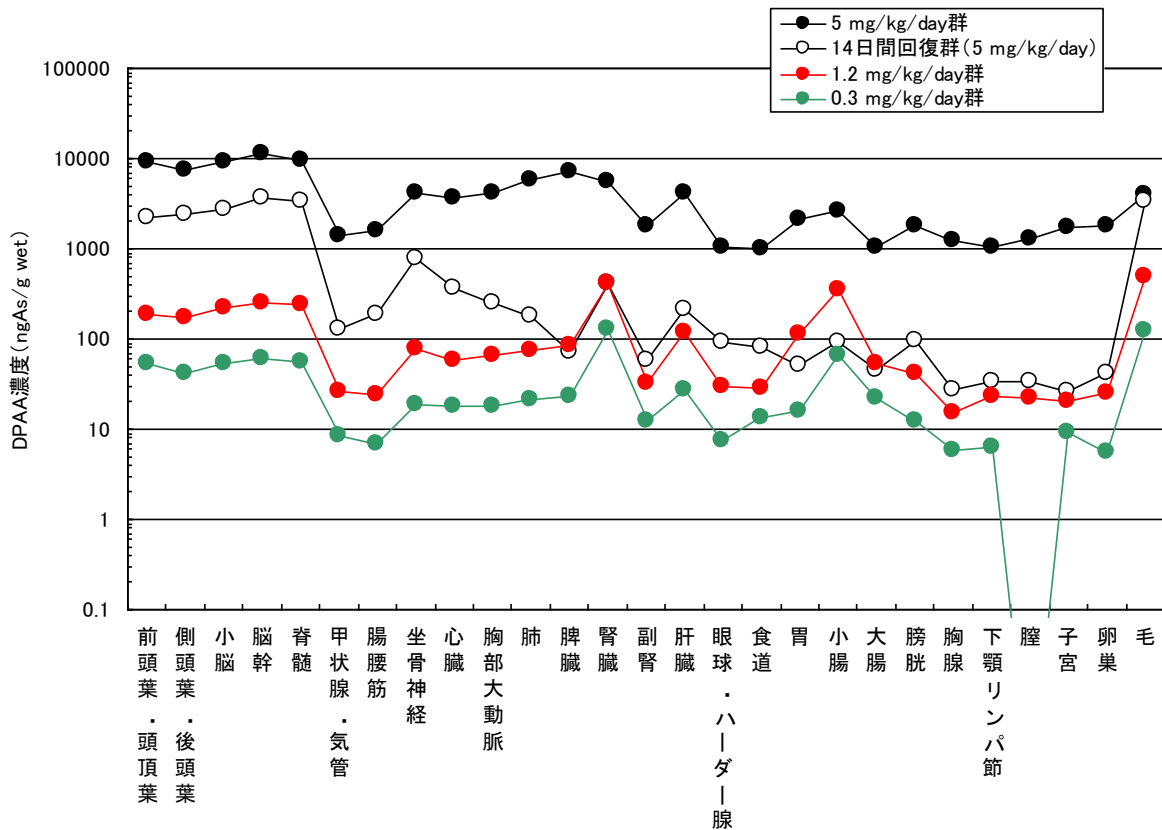


図 3-3 (2) DPAA を 28 日間投与した雌ラットの組織中 DPAA 濃度

妊娠 18 日目の雌ラットに  $^{14}\text{C}$  標識 DPAA 0.3 mg/kg を単回経口投与した結果、 $^{14}\text{C}$  標識 DPAA の体内分布には性差又は妊娠にかかる大きな変動はみられず、乳腺や卵巣、子宮への分布も低かった。また、胎児の全身及び組織中の放射活性は胎盤中と同レベル又はそれ以下、胎児への放射活性の移行は投与量の 0.02% 未満であったことから、DPAA の胎児への移行は胎盤により制限されていると考えられた。胎児においても中枢神経系への移行は緩徐であり、血中濃度に対する脳中濃度の比率が母ラットで約 52% (大脳) であったのに対し、胎児では約 23% と低く、胎児では DPAA の中枢神経系への移行性は低いと考えられた<sup>3)</sup>。

妊娠 7 日から授乳期を通して母ラットに  $^{14}\text{C}$  標識 DPAA 0.1 mg/kg/day を経口投与し、最終投与から 1 日後の放射活性を全身オートラジオグラフィーで調べた結果、児の体内レベルは母ラットに比べて低かったものの、消化管内容物、中枢神経系、腎臓及び肝臓に放射活性がみられ、性差はなかった。また、1、3、7 日後の児の組織中放射活性を調べた結果、いずれの時点においても、最も高い放射活性は延髄でみられた。中枢神経系からの放射活性の消失は緩徐であり、7 日後の雄の児では 1 日後に比べて約 41~52%、雌の児では約 45~53% の放射活性が中枢神経系にあったが、その他の組織では雄の児で検出限界値未満~約 33%、雌の児で検出限界値未満~約 38% まで低下した。このことから、妊娠期間及び授乳期間に反復投与された DPAA は母ラットから児に移行するが、その分布の程度は母ラットよりも低く、出生後の DPAA の消失は中枢神経系においてより緩徐であると考えられた<sup>3)</sup>。

生後 4 日の新生児ラット雄に  $^{14}\text{C}$  標識 DPAA 0.3 mg/kg を単回経口投与した結果、放射活性の大部分は消化管 (内容物を含む) に存在したが、吸収された放射活性はほぼ全身に分布し、消化管を除くと特に血液及び肝臓に高い割合で分布した。投与 72 時間後には成熟ラットの血液、心臓、肺、

肝臓、腎臓の放射活性はピーク値の約 4~9%、脳では約 50%まで低下したが、新生児ラットでは血液、心臓、肺、肝臓、腎臓の放射活性はピーク値の約 30~50%の低下で、脳ではピーク値とほぼ同程度の放射活性がみられた。ラットでは腎系球体の形成は生後 8~14 日と考えられていることから、生後 4 日の新生児ラットでは腎臓からの排泄機能が未熟のため、腎臓ではなく血液や肝臓に分布したものと考えられた<sup>3)</sup>。

雌のカニクイザルに DPAA 2 mg/kg を単回投与した結果、1、4 時間後の脳脊髄液中のヒ素濃度は対照群の約 1.5 倍、2.6 倍であったことから、DPAA は脳内に移行する可能性が示唆された。また、妊娠 50 日目の雌のカニクイザルに DPAA 1 mg/kg/day を 98~121 日間経口投与した結果、高濃度のヒ素が血液中（赤血球に約 71%、血漿に約 29%）に検出され、単回投与では赤血球中の割合は投与 1 時間後で約 17%、4 時間後で約 14%であったことから、反復投与によって DPAA が赤血球に蓄積することが示唆された。投与後 198~237 日が経過すると、血液中のヒ素濃度は対照群よりも有意に高かったものの、ほぼ同じくらいにまで低下したが、血液中のヒ素の約 80%が赤血球に分布していた<sup>8,9)</sup>。

雌雄のカニクイザルに DPAA 1 mg/kg/day を 28 日間経口投与し、0、1、6、12 ヶ月後に DPAA の体内濃度を測定した結果、図 3-4 に示すように投与直後の DPAA 濃度は中枢神経系（脳、脊髄）、坐骨神経、腎臓、肝臓で高く、投与中止後も中枢神経系に高濃度に残留する傾向がみられ、坐骨神経では中枢神経系と非神経系臓器の中間的な残留性がみられた。このように、DPAA 濃度は中枢神経系で高く、非神経系組織で低いという点でラットの結果（図 3-3）と類似していた。しかし、同程度の投与量であった 1.2 mg/kg/day 群のラットの結果と比べると、投与直後のサルの DPAA 濃度はラットに比べて中枢神経系及び坐骨神経で高く、その他の組織でやや低いという傾向にあり、投与から 1 ヶ月が経過した時点でさえ、サルの中枢神経系及び坐骨神経における DPAA 濃度は投与直後のラットと同レベルであった。このように、サルの中枢神経系及び坐骨神経における DPAA の蓄積性は高く、ラットのそれらと比べても高いことが分かった<sup>10)</sup>。

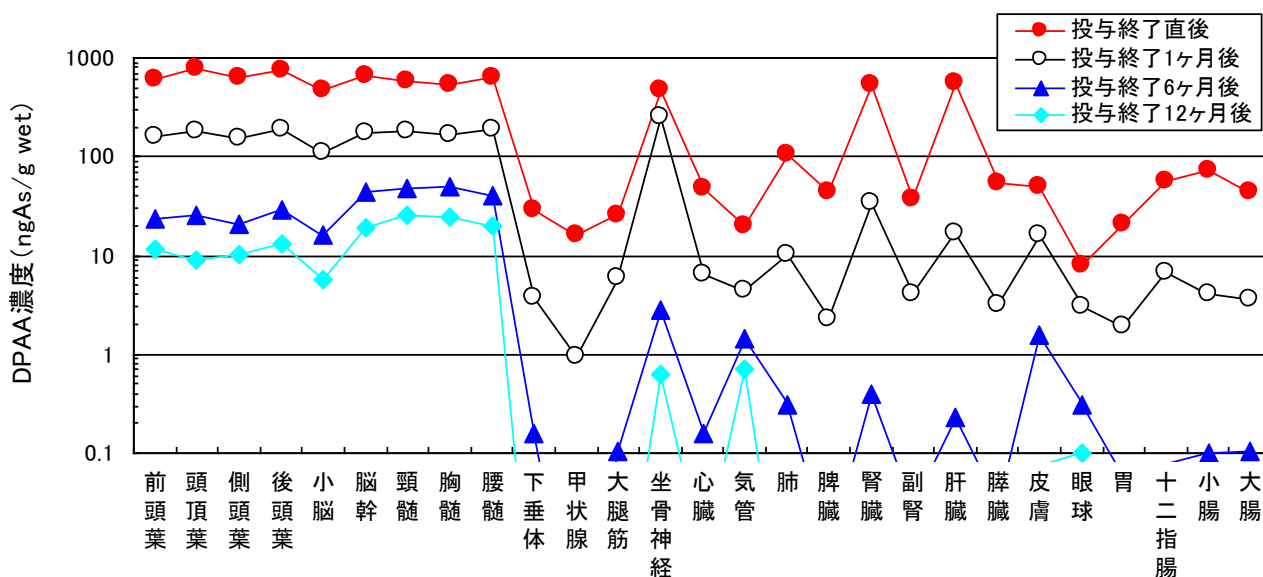


図 3-4 DPAA を 28 日間投与したサルの組織中 DPAA 濃度

なお、ヒト及びラットの血液、血漿を用いた *in vitro* 試験では、添加した DPAA の約 2 割が血球成分と、約 6 割が血漿タンパクと結合しており、種差は認められなかった<sup>3)</sup>。

### 3.3 代謝

ヒト及びラットの肝ミクロソーム・肝細胞を用いた *in vitro* 代謝試験では、DPAA はいずれにおいても代謝を受けず、種差は認められなかった。また、DPAA 0.1、0.3、0.8、2.0 mg/kg/day を 91 日間経口投与した雌雄ラットの肝薬物代謝酵素を測定した結果、DPAA はいずれの薬物代謝酵素も誘導しないことが明らかとなった<sup>3)</sup>。一方、雄ラットに DPAA 5 mgAs/kg (17.5 mg/kg) を単回経口投与した試験では、2 日目以降の尿中に微量ではあるが未知の化合物が検出された。このため、1 mgAs/kg/day (3.5 mg/kg) 前後に減らして 14 日間投与したところ、4 日目以降の尿中からごくわずかながら未知の代謝物が 2 種類検出され<sup>6)</sup>、これらの未知の代謝物は芳香環に水酸化を受けたものと推測され、DPAA が脱フェニル化を受けたものではなかった<sup>11)</sup>。

DPAA 1 mg/kg/day を約 100 日間経口投与した雌サルでは、投与期間内の血液から遊離の DPAA とタンパク質に結合した DPAA が検出され、タンパク質には三価の状態に結合していたと考えられたが、主要な尿中代謝物は遊離の DPAA であり、投与終了後 198～237 日の尿中で DPAA は検出されなかった<sup>8)</sup>。

### 3.4 排泄

雄ラットに <sup>14</sup>C 標識 DPAA 0.1 mg/kg を単回静脈内投与した結果、168 時間で投与量の 63.0%が尿中に、38.0%が糞中に排泄されたことから、主な排泄経路は尿中排泄で、胆汁排泄も関与することが示唆された。また、0.3 mg/kg の単回経口投与では 168 時間で投与量の 99.5% (尿中に 48.2%、糞中に 51.3%) が排泄され、その約 8 割が 24 時間までに排泄されたことから、排泄は比較的速やかであると考えられたが、前述したように微量の DPAA は中枢・末梢神経及び皮膚に長く留まる傾向がみられた<sup>3)</sup>。さらに 0.3 mg/kg の単回経口投与では、48 時間で投与量の 43.8%が尿中に、26.7%が糞中に排泄された。なお、胆汁への移行は 13.4%であった<sup>3)</sup>。

雄ラットに DPAA 5 mgAs/kg (17.5 mg/kg) を単回経口投与した試験では、7 日間で尿中に投与量の 23.0%、糞中に 26.5%のヒ素が排出されたが、1 mgAs/kg/day (3.5 mg/kg/day) 前後に減らして反復経口投与した試験では、14 日間の尿中排泄は投与量の約 1.2%と単回投与時を下回った<sup>6)</sup>。

雌サルに DPAA 2 mg/kg を単回経口投与した試験では、24 時間で尿中に投与量の約 40%、糞中に約 17%のヒ素が排泄された<sup>9)</sup>。また、1 mg/kg/day を 98～121 日間経口投与した試験結果<sup>8, 9, 12)</sup> から、投与期間内の 24 時間における排泄を概算すると、毎日の投与量の約 34%が尿中に、約 53%が糞中に排泄されていたと推定された。

体毛や爪、妊娠動物の乳汁も 1 つの排泄経路と考えられ、体毛については反復投与したラットやサルで濃縮して蓄積されることが示されている<sup>7, 9)</sup>。DPAA 1 mg/kg を 98～121 日間経口投与した雌サルでは、体毛のヒ素濃度は対照群と比較して投与開始後 41～91 日に約 5 倍、投与終了後 198～237 日に約 19 倍も高く、サルの赤血球の寿命は 86～105 日であることから、赤血球中に蓄積されてい