

# 第1章 麻酔の概要と歴史

**一般目標：**鎮静，局所麻酔，全身麻酔とは何かを理解し，この概念が形成された歴史を学ぶ。また，薬剤管理の重要性について理解する。

**到達目標：**1) 麻酔の概念，目的，歴史を説明できる。  
2) 麻酔法の分類と，麻酔薬の取り扱い方を説明できる。

## 1. 麻酔の概念

麻酔(anesthesia)とは，薬物投与によって神経活性を抑制して痛みなどの感覚を人為的に消失させることであり，耐え難い苦痛を取り除いて外科手術を可能にする。麻酔には，**局所麻酔法**(local anesthesia)，**区域麻酔法**(regional anesthesia)，および**全身麻酔法**(general anesthesia)がある。局所麻酔では，知覚神経末端を麻痺させて局所の無痛を得る。区域麻酔では，知覚神経線維の伝導路を遮断してその支配領域で広く無痛を得る。全身麻酔では，中枢神経系を抑制し，①鎮痛，②意識消失，③筋弛緩，および④有害反射防止の4つの全身麻酔の要素を満たすことで動物の肉体的および精神的苦痛を取り除く。

以下に麻酔薬の効果を表現するために使用される用語の定義を示す。

- **鎮痛(analgesia)：**痛みからの解放または痛みがない状態
- **精神安定(tranquilization)：**不安が解消されリラックスしている状態。この状態の動物は周囲の環境を認識しているが，軽い痛みには無頓着である。
- **鎮静(sedation)：**眠気を伴う中枢神経系の抑制状態。この状態の動物は周囲環境に無頓着であるが，痛みを伴う操作には反応する。
- **神経遮断鎮痛(neuroleptanalgesia：NLA)：**神経遮断作用のある薬物(トランクライザー，鎮痛薬)と鎮痛作用のあるオピオイドの組み合わせによって鎮静と鎮痛を得ること。この方法では必ずしも意識の消失は得られない。
- **昏睡(narcosis)：**薬物によって引き起こされた深い眠りであり，動物は簡単には目を覚まさない。昏睡では，鎮痛を伴う場合も伴わない場合もある。
- **催眠(hypnosis)：**人為的に引き起こされた深い眠りあるいは眠りに似た恍惚状態である。中等度の中枢神経系抑制によって引き起こされるが，容易に目が覚める。
- **外科麻酔(surgical anesthesia)：**外科手術を円滑に実施できる意識消失，筋弛緩，および鎮痛が得られた全身麻酔のステージである。
- **バランス麻酔(balanced anesthesia)：**全身麻酔の4つの要素をそれぞれの作用を有する鎮痛薬，麻酔薬，筋弛緩薬などを組み合わせて得る全身麻酔法。
- **解離性麻酔(dissociative anesthesia)：**視床皮質系と大脳辺縁系を解離させる薬物(例：ケタミン)によって引き起こされる全身麻酔。解離性麻酔では，目を見開いたままで嚥下反射が残るカタレプシー様症状が特徴的である。強力な鎮静状態，末梢性または中枢性筋弛緩にあるが，骨格筋緊張は亢進している。

## 2. 麻酔の目的

獣医療の麻酔は、人医療と同様に、第一に痛みを伴う手術や処置のために実施される。さらに、獣医療では非協力的な動物、攻撃的な動物、または展示動物や野生動物など極めて過敏で通常の保定が不可能な動物を扱うこともあり、口腔内検査やX線検査などの痛みを伴わない検査においても麻酔が必要となる場合がある。このような場合には、動物の不動化(immobilization)を目的として全身麻酔や鎮静が実施される。また、動物に恐怖を感じさせない人道的な安楽死を実施するために、中枢神経系を抑制する全身麻酔薬が使用される。

実験動物に関しては、2006年に日本学術会議が『動物実験の実施に関する基本指針』を策定し、実験動物の苦痛軽減が動物愛護の観点のみならず、実験成績の信頼性や再現性を確保する上で重要であるとしている。また、研究の目的を損なうことのない麻酔・鎮痛法を選ぶためには、獣医師などの専門家に助言を求めることとしている。獣医師は、動物の福祉および実験動物の使用上の倫理に関して注意を払う必要があり、とくに麻酔と鎮痛の知識をもとに実験動物の苦痛排除に十分配慮することが要求されている。

## 3. 麻酔の歴史

麻酔の歴史は、西暦1500年以前の薬草の時代、15～18世紀までの新興の時代、19世紀の開発の時代、1900～1950年代の目標達成の時代、そして1950年代以降の拡大の時代としてとらえることができる。

### (1)薬草の内服による麻酔

紀元前4000年頃、シュメール人が、ケシ、ヒヨス、マンドラゴラなどを鎮痛薬として粘土版に記録している。古代エジプト(紀元前1500年頃)の『パピルス・エーベルス』にはアヘンやマンダラゲの記載があり、ギリシャ神話(紀元前1200年頃)では医神アスクレピオスがネパンテ(鎮痛麻酔作用のある薬物)で無痛手術を行ったとされている。紀元前400年頃にヒポクラテスは催眠海綿(アヘン、ヒヨス、マンダラゲ等の混合液を海綿に浸して乾燥)で痛みを和らげていたとされ、テオフラステス(紀元前300年頃)が「植物の歴史」にアヘン、マンドラゴラ、マンダラゲなどに催眠作用や意識混濁作用があることを記載した。西暦50～70年頃にギリシャ人医師のディオスコリデスが薬物誌「マテリア・メディカ」にケシやマンドラゴラについて記載した。西暦3世紀頃、華陀が“麻沸散”という全身麻酔剤を内服させて外科手術を行ったと「三国志」に記録されている。日本では1804年(文化元年)10月13日に、華岡青洲がマンダラゲ(チョウセンアサガオ)から抽出した物質を主成分とする“通仙散”の内服による全身麻酔下で乳癌切除手術を成功させた。これは、記録が残る世界初の全身麻酔下での外科手術である。

### (2)吸入による麻酔

1540年にヴァレリウス・コルドス(ドイツ)によってエーテルが合成された。1771年にカール・ヴィルヘルム・シェーレ(スウェーデン)、1774年にジョセフ・プリーストリー(英国)が別々に酸素を発見した。1772年にプリーストリーが亜酸化窒素を発見し、1795年にハンフリー・デービー(英国)が亜酸化窒素の麻酔作用を発見して笑気と命名した。1831年にユストゥス・フォン・リービヒ(ドイツ)、ウジェーヌ・ソーベイラン(フランス)、およびサミュエル・ガスリー(米国)が別々にクロロホルムを発見した。

1842年にウィリアム・クラーク(米国)はエーテル麻酔で拔牙を行い、同年にクロフォード・ロング(米国)がエーテル麻酔で頸部腫瘍の切除手術を実施した。ホーレス・ウェルズ(米国)は、1844年に拔牙に笑気を使用し、1845年に笑気麻酔下の拔牙の公開デモを行ったが、失敗した。1846年にウィリアム・モートン(米国)はエーテル麻酔の公開手術(頸部の腫瘍切除)を成功させた。1847年にジェームズ・シンプソン(英国)がクロロホルム麻酔で無痛分娩に成功し、1853年にジョン・スノー(英国)がヴィクトリア女王にクロロホルム麻酔で無痛分娩を実施した。

クロロホルム麻酔では重篤な心毒性があり死亡例が相次いだことから、使用されなくなった。また、外科手術に電気メスを使用するようになってエーテルの引火性が問題となり、エーテル麻酔は使用されなくなった。1956年にハロゲン化エーテルのハロタンが英国で合成され、1980年代までわが国の医療や獣医療でも全身麻酔薬として広く用いられていた。その後、より安全で麻酔導入と麻酔回復が速やかなイソフルランとセボフルランが開発され、1990年に日本でも臨床応用が可能となった。現在では、動物用医薬品として承認されたイソフルラン製剤とセボフルラン製剤を利用できるようになっている。

### (3)注射による麻酔

1804年にフリードリッヒ・ゼルチュネル(ドイツ)がアヘンからモルヒネを単離し、1860年にアルベルト・ニーマン(ドイツ)がコカインを精製した。この間、1831年にチャールズ・プラバ(フランス)が注射器を発明し、1854年にアレキサンダー・ウッド(イギリス)が中空の金属針を開発してプラバの注射器に用い、皮下投与ができるようになった。その後、消毒・滅菌法の確立によって1880年代以降には静脈注射が可能になった。また、1886年にスタニスラス・リムーザン(フランス)がガラスアンプルを開発した。これらの医療器具の開発によって、注射による麻酔が可能になった。そして、1905年にアルフレッド・アインホルン(ドイツ)が塩酸プロカインを合成し、局所麻酔が広く用いられるようになった。さらに、1932年にアーネスト・ヴォルワイラー(米国)がチオペンタールを合成し、1934年にはメイヨークリニックのジョン・ランディ(米国)がチオペンタールを人の麻酔導入に臨床応用した。

現在では、より安全で強力な局所麻酔薬、注射麻酔薬、トランキライザー、鎮静薬、麻薬性オピオイド鎮痛薬、非麻薬性オピオイド鎮痛薬、および非ステロイド系抗炎症薬などの注射用製剤が開発され、獣医療においても広く用いられている。また、筋弛緩薬も開発され、全身麻酔に利用されている。これらの注射用製剤の一部は日本において動物用医薬品として承認を受けている。

## 4. 麻酔法の分類

現在、獣医療では、局所麻酔法、区域麻酔法、および全身麻酔法が用いられている。局所麻酔法は、表面麻酔および浸潤麻酔に分類される。区域麻酔法は、末梢神経ブロック、硬膜外麻酔、脊椎麻酔、および経静脈局所麻酔に分類される。全身麻酔法は、吸入麻酔、バランス麻酔、および全静脈麻酔に分類される。また、一般的ではないが、低体温麻酔および鍼麻酔がある。

### (1)局所麻酔法

- **表面麻酔**(topical anesthesia)：局所麻酔薬を粘膜、皮膚、眼球の表面に滴下、噴霧、あるいは塗布してその部位の知覚神経末端を麻痺させる方法である。
- **浸潤麻酔**(infiltration anesthesia)：局所麻酔薬を皮下、皮内、粘膜に直接注射し、その部位の知覚神経末端を麻痺させる方法である。

### (2)区域麻酔法

- **末梢神経ブロック**(peripheral nerve block)：知覚神経線維の伝導路を局所麻酔薬で遮断し、その支配領域を麻痺させる方法である。伝達麻酔とも呼ばれる。
- **硬膜外麻酔**(epidural anesthesia)：硬膜外腔に局所麻酔薬を注入し、脊髄神経根(背根)で知覚神経の伝導路を遮断する方法である。
- **脊椎麻酔**(spinal anesthesia)：クモ膜下腔に局所麻酔薬を注入し、脊髄神経根(背根)で知覚神経の伝導路を遮断する方法である。
- **経静脈局所麻酔**(intravenous regional anesthesia：IVRA)：四肢を駆血帯で駆血して全身の血液循環より遮断し、駆血帯の遠位に位置する静脈から局所麻酔薬を注入して駆血帯より遠位の領域の知覚神経末端を麻痺させる方法である。

### (3)全身麻酔法

- 吸入麻酔 (inhalation anesthesia) : 麻酔ガスや揮発性麻酔薬の気化ガスを酸素などのキャリアガスとともに動物に吸入させる全身麻酔法である。
- バランス麻酔 (balanced anesthesia) : 全身麻酔の4つの要素をそれぞれの作用を有する鎮痛薬, 麻酔薬, 筋弛緩薬などを組み合わせて得る全身麻酔法である。
- 全静脈麻酔 (total intravenous anesthesia : TIVA) : 注射製剤のみを組み合わせて得るバランス麻酔法である。

### (4)その他の麻酔法

- 低体温麻酔法 (hypothermic anesthesia) : 動物を全身的または局所的冷却によって代謝を大幅に低下させて酸素要求量と麻酔要求量を低く抑える全身麻酔法である。体外循環を必要とする開心術などの心臓血管手術に用いられる。
- 鍼麻酔 (acupunctual anesthesia) : 鍼を経穴に刺入し、低周波の電流を通したり細かな振動を与えたりして鎮静・鎮痛効果を得る麻酔法である。

## 5. 麻酔薬の取り扱い方

獣医師には、法的に人の医師にない裁量権が付託されている。例えば、動物用医薬品として許可されていない麻酔薬でも獣医師の判断で使用できる。また、獣医師は、麻薬や向精神薬も医師などと同様に使用できる。しかし、この幅広く認められた権利と表裏一体の関係として重い責任を負っていることも認識すべきである。関連する法規は、薬事法、飼料安全法、獣医師法、麻薬および向精神薬取締法、覚せい剤取締法、毒物および劇物取締法、その他毒物劇物に関する政令などである。とくに、麻薬や覚せい剤に関する法律の罰則規定は最高で無期懲役が課せられるほど厳しい。また、向精神薬についても7年以下の懲役が課せられるほどであり、十分な知識と認識が必要である。

### (1)人体用医薬品と動物用医薬品

医薬品には、人に用いられる人体用医薬品と、動物に用いられる動物用医薬品があり、どちらも薬事法の規制を受けている。動物用医薬品は、「専ら動物のために使用されることが目的とされている医薬品」であり、対象動物において実施された治験をもとにその安全性と有効性が確認されている。したがって、獣医療では動物用医薬品を用いることが推奨される。近年、動物用医薬品を製造販売する製薬企業の努力によって、動物用医薬品として吸入麻酔薬、注射麻酔薬、鎮静薬、および鎮痛薬が続々と承認されてきた。しかしながら、動物用医薬品の種類は未だ十分ではなく、獣医師の裁量で動物に数多くの人体用医薬品が利用されている現状もある。今後、さらに動物用医薬品を増やして動物の麻酔と鎮痛における選択肢を増やすためには、獣医師が積極的に動物用医薬品を利用することで、製薬企業の動物用医薬品の開発に対する意欲をさらに高めていく必要がある。

### (2)一般薬と要指示薬

要指示薬とは、医薬品の中で使用の際に医師、歯科医師、獣医師などの専門的な知識を有する者の監視下で使用されることが義務づけられた薬であり、薬事法によって指定されている。要指示薬は、医師・獣医師の処方箋や指示書がなくては購入できない。これは、薬局などで自由に購入できる「一般薬」と区別される。

### (3)毒薬・劇薬の取り扱い

麻酔に用いられる薬物の大部分は、厚生労働大臣が指定する「指定医薬品」である。毒性の強い薬物は「毒薬」、毒薬ほど毒性は強くないがその取り扱いに注意が必要な薬物は「劇薬」に指定されている。

アトロピンのように、錠剤は劇薬、粉末は毒薬に指定され、剤形によって取り扱いが異なる薬物もある。吸入麻酔薬は劇薬である。毒薬・劇薬は、法律によって輸送や販売、保管法が規制されている。医薬品として用いられる毒薬・劇薬は薬事法の対象となり、鍵のかかる保管庫で保管し、十分な管理のもとに使用しなくてはならない。

#### (4) 医薬品の適正使用

動物用医薬品には添付文書が必ず同梱されている。添付文書には、法律に定められた基準に従って、①対象動物、②効能または効果、③用法および用量、④使用上の注意等が記載されている。獣医師は、これらの指示に従って適正に使用することが原則である。添付文書の記載から外れて使用することは「承認外使用」となる。承認外使用は獣医師に裁量権として認められている行為であるが、医療上の事故が生じた場合は、使用した獣医師の過失を問われる可能性がある。逆に、添付文書通りの方法で適正に使用したにもかかわらず、添付文書に記載のない副作用がみられた場合には、製造物責任法(PL法)の原則から通常は獣医師の責任は問われない。人体用医薬品や海外から輸入した薬物(後述)を使用して事故が生じた場合、その使用法に対して合理的な説明が求められるが、製造上の欠陥以外は獣医師の責任を問われる可能性が強い。

人体用医薬品を動物に使用する場合や犬に牛用に開発承認された医薬品を使用することは、「適応外使用」と呼ばれる。適応外使用は獣医師に認められた行為であるが、この場合、確かな知識と情報に基づいた慎重な使用でなくてはならない。単に個人の経験に基づいた使用で事故が生じた場合には、獣医師の責任が問われることも考えられるので注意を要する。

#### (5) 輸入医薬品の取り扱い

診療に必要な薬物でしかも国内で調達できない場合、医療サービスをより充実させるための行為として、獣医師が海外へ出た際の携帯品としてその薬物を輸入することが認められている。ただし、ワクチン等の生物製剤は許可されず、総額で10万円を超えてはならない。限度を超えた輸入や診療に無関係な譲渡は違法行為となる。この制度は、個人的使用に限った特例的制度であり、わが国で必要十分な動物用医薬品の数が揃うまでの暫定的な処置とされている。獣医師に倫理的問題が生じた場合や、動物用医薬品が充足されれば、今後変更があり得る事項である。

#### (6) 副作用の報告義務

医薬品は十分な調査研究によって市場に出た薬物であるが、開発時には予想できなかった副作用が生じることがある。また、製造過程で思いもよらぬ不具合が生じることが考えられる。医薬品の事故防止の観点あるいは市場に出た薬物の成熟のためにも、獣医師は副作用等を報告する義務が課せられている。

#### (7) 麻薬の取り扱い

麻薬は強力な鎮痛薬として有用性が高く、適切な使い方をすれば安全性も高い。しかし、その濫用を防ぐために取り扱いは厳しく規制されており、飼育動物の診療に麻薬を使用しようとする獣医師は、都道府県知事に「麻薬施用者免許」の取得を申請し、免許を受ける必要がある。この免許は、隔年ごとに更新される。麻薬施用者免許は個人に与えられることから、同一診療施設内に麻薬施用者免許を持つ獣医師がいても、実際に麻薬を使用する獣医師が免許を受けていなければ、その獣医師は麻薬を取り扱うことはできない。また、麻薬施用者が2名以上いる飼育動物診療施設では、その診療施設の麻薬を管理する者(麻薬管理者)を定めて、麻薬管理者として別途免許を取得する必要がある。わが国で医薬品として市販されている麻薬を表1-1に示した。

診療施設で使用する麻薬は、麻薬以外の医薬品と区別して診療施設内に設けた鍵をかけた堅牢な設備内(金庫等)に保管しなければならない。麻薬の譲り受け(業者からの購入等)には、譲受証と譲渡証が必

表1-1 わが国で市販されている麻薬と第一種および第二種向精神薬

種別	一般名称	医薬品の販売名
麻薬	アヘン	アヘン、アヘンチンキ、ドーフル
	モルヒネ	塩酸モルヒネ、アンペック、プレペノン、オプソ
	モルヒネ徐放剤	パーシフ、カディアン、MSコンチン、MSツワイスロン、ピーガード
	エチルモルヒネ	塩酸エチルモルヒネ
	モルヒネ配合	モヒアト
	アヘンアルカロイド	オピアル、パンオピン
	アヘンアルカロイド配合	オピアト、パンアト、オピスコ、パンスコ
	オキシコドン	オキノーム、オキシコンチン
	複方オキシコドン	パビナール
	ペチジン	オピスタン、ペチロルフアン
	フェンタニル	デュロテップ
	フェンタニルクエン酸塩	フェンタニル、タラモナール
	コデインリン酸	コデインリン酸塩1%・10%・錠
	ジヒドロコデインリン酸塩	ジヒドロコデインリン酸塩
	オキシメテバノール	メテバニール
	メサドン塩酸塩	メサペイン錠
	ケタミン	ケタラール、ケタミン注「フジタ」(動物用医薬品)
第一種向精神薬	セコバルビタール	アイオナール
	メチルフェニデート	リタリン、コンサータ
	モダフィニル	モディオダール
第二種向精神薬	アモバルビタール	イソミタール
	フルニトラゼパム	サイレース、ロヒプノール
	ブプレノルフィン	レペタン、ノルスパン
	ペンタゾシン	ソセゴン、ペンタジン、ペルタゾン
	ベントバルビタール	ラボナ、ソムノベンチル(動物用医薬品)

要であり、譲渡証は2年間保管する。麻薬施用者が麻薬を使用(施用)した時には、症例の名前、麻薬施用者免許番号、使用年月日、麻薬管理者から交付を受けた麻薬の品名、数量、使用量、残量、および返納者を記した「麻薬施用票」を作成し、さらに、診療録(カルテ)に飼い主の住所、氏名、動物の病名と主要症状、麻薬の品名および数量ならびに使用した年月日を記載しなくてはならない。また、診療録は5年間保存しなくてはならない。麻薬管理者(または麻薬施用者)は、診療施設に帳簿を備え、麻薬の受け払いにあたり、譲り受け、譲り渡し、あるいは使用した麻薬の品名、数量、およびその年月日を記載しなくてはならない。麻薬管理者は、その診療施設の開設者が譲り受けた麻薬および使用した麻薬の品名、数量等を都道府県庁に届け出なければならぬ。麻薬を使用している診療施設には、必要に応じて都道府県庁からの立入検査が行われることから、いつ立入検査が入っても良いように、日頃から万全の管理対応が求められる。

### (8) 向精神薬の取り扱い

向精神薬に該当する薬物は、精神安定薬、催眠鎮静薬、鎮痛薬などで濫用の恐れがあるとして「麻薬および向精神薬取締法」で指定されている薬物であり、その容器等にⓈの表示がある。向精神薬は、その濫用の危険性および医薬上の有用性の程度によって第一～三種まで分類され、それぞれ規制内容が異

なる。獣医療に用いられている麻薬と第一種および第二種の向精神薬を表1-1に示した。

飼育動物診療施設が向精神薬を取り扱う場合には、新たな免許取得の必要はない。向精神薬は、診療施設の開設者が譲り受けるのであって、獣医師個人の資格では譲り受けできない。第一種および第二種の向精神薬を譲り受け、譲り渡し(症例への使用は除く)、または廃棄した時には、品名(販売名)、数量、年月日、譲り渡しまたは譲り受けの相手方の営業所等の名称・所在地を記録し、2年間保存しなければならない(伝票の保存でも可)。向精神薬の保管場所が無人となる場合には、部屋の出入りに施錠または鍵のかかる保管庫に保管する。決められた数量以上の紛失が生じた場合には、都道府県庁へ届けなければならない。明らかに盗難と思われる場合には、数量にかかわらず届け出る。麻薬と同様の立入検査が実施される。

#### (9)吸入麻酔薬の取り扱い(排出ガスに対する注意)

吸入麻酔を実施する施設では、適切な余剰ガス排気装置を設置していないと、好むと好まざるにかかわらず術者や補助者等の診療スタッフが動物の麻酔中に麻酔器から排出される微量の吸入麻酔薬を吸引することとなる。微量の吸入麻酔薬の吸引によって流産の確率が高くなることが指摘されているが、そうでないとする報告もある。女性の麻酔技術者に癌発症の確率が高いとの報告があるが、これを否定する報告もある。このように微量の吸入麻酔薬の吸入が及ぼす麻酔従事者に対する毒性は未だ明確な答えは出てないが、たとえリスクが小さいとしても、診療スタッフによる麻酔ガスの吸入は可能な限り避ける努力が必要である。これは、手術の当事者だけではなく、手術に立ち会う飼い主に対しても考慮されるべき事項である。