

排水システムにおけるトラップの出現過程について

江川 隆進*

Process of Advent on Trap of Draining Systems

Takayuki Egawa

In this study, all things were taken into the consideration on the origin of a trap having another name and that transition, and that faculty is using a siphon. At present, the water sealing method, moreover, non-mechanical trap is much superior to other traps.

In the way of a study, in first place, until someone invents a trap. That details were investigated in this study. Next, the water sealing trap were considered in Alexander Cummings being No.1 patentee of a water closet at the industrial revolution of England and the change of the traps were considered in the center after the water closet of Alexander Cummings.

The result of a study is as follows;

- ① In the first century B. C, Heron of Greek devised the siphonage, but the method of a trap is estimated at being in the eighteenth century.
- ② The water closet of Alexander Cummings is conceded as the number one patent. But the same thing as the water sealing trap in the water closet was used before that trap.
- ③ In 1782, John Gaillait of England acquired the number one patent of only the water sealing trap.
- ④ Until the ventilation pipe is equiped perfectly in the drainage systems, the role of deodorization on the water sealing trap was not perfect in water closet.
- ⑤ In 1888, a sanitary association of America experimented on a deep relation of ventilation pipe and a trap. As that results, the standard on a trap was established in America.

1. ま え が き

トラップとは『英和辞典』によると、「落とし穴」のことであるが、他方「防臭弁」の意もある。このトラップの始源を考えると、水洗便器の出現によってはじめて考案されたといっても過言ではない。ここでいう水洗便器とは、便器の中で排泄物を洗い流す方式のことをいい、便器か

* 建設工学科 建築学専攻

ら離れたところで排泄物だけを水で流すようなものではない。したがって、前者のような便器は17世紀になって初めてイギリスに出現したが、後者の水洗便器は紀元前からあった。

しかし現在のような水封式のトラップの出現となると、変遷はイギリスの産業革命時期からになる。ところが、トラップの原理であるサイフォン作用はギリシャのヘロン（1～2世紀BC頃の人）⁽¹⁾によって明らかにしているところから、ギリシャ時代にまで逆上るべきかもしれないが、古代ローマ時代の水道管やその遺跡は残存していても、排水管は開水路が主体であったため、トラップの遺跡の残存は今のところない。

そのような経緯から、水洗便器の変遷からトラップに関することを調べることになるが、水洗便器についてすら断片的な資料しかなく、トラップの資料となるとなおさら少ない。そこで、水洗便器からトラップのことを推定しなければならない部分が多くなるが、その部分も含めてトラップの出現過程を考察することにした。

2. トラップの定義

水洗便器の出現の折りに、ただ単に防臭弁という意味でトラップと称されていた。しかし、トラップの同義語として、イギリスを中心とした英語圏の諸国では gully（側溝）、interceptor（障害物）、ドイツでは geruchverschluss（臭気遮断・防臭弁）、フランスでは siphon（サイホン・サイホン管）という用語が用いられた⁽²⁾。そのようなトラップが完全に防臭する過程には様々な経緯があって、現在のような水封式のトラップが定義づけられるようになってきた。本研究では、水封式のものをトラップと称する。

空気調和・衛生工学会規格の用語の定義⁽³⁾によれば、トラップとは「衛生器具または排水系統中の装置としてのその内部に封水部をもち、排水の流れに支障を与えることなく、排水管中の空気が排水口から室内に侵入してくるのを阻止することのできるものをいう。」となっている。そして、主な規格として、トラップの封水深は、50mm以上、100mm以下、また器具排水口からトラップウェアまでの垂直距離は600mmを超えてはならないなどがあるが、大便器では最小限の大きさの汚物が流下する規定がある⁽⁴⁾。

このようなトラップに関する定義及び主な規格を踏まえ、トラップの変遷を考察していく。しかし、水洗便器同様に通気管とも密接な関係があるので、それらの変遷も多少は含まれる。

3. トラップの発明に至るまでの経緯

トイレの歴史は、古代ローマ帝国の崩壊とともに中世まで進展はないというよりも逆戻りのかたちとなった。つまり、水洗便所や下水道施設が完備されていたローマ時代が帝国の崩壊とともに消滅してしまったからである。その結果、とくに西欧ではおまる時代が続いたのである。

ところで、古代のエジプト時代やローマ時代に現在あるような水封式のトラップの発見があったであろうか。排泄物を水に流す水洗式のトイレはあっても、残念ながらトラップについて触れられた文献はない。しかし、トラップの発明は意外に古く、古代エジプトにはすでにあったと言

われている⁽⁵⁾。また、カミングスの便器のトラップが古代エジプトにあったようなサイホンを用いているとあるが、その根拠は定かではない。しかし、古来から便器の防臭対策をいろいろ工夫したことであろう。

そこで、つぎのような防臭対策が考えられた。

- ① 住まいから離れたところで排泄すれば、住まいは臭くない。
- ② 排泄物を水に流してしまい、身近になれば臭くない。
- ③ 排泄物をほかの物、たとえば砂などで覆ってしまう。
- ④ 便器を板などで蓋をする。
- ⑤ 排泄物に砂などをかけて、さらに便器に蓋をする。(③+④)などがあげられる。

その中で、①はまだトイレらしきものがない時代のことになる。②はローマ時代の水洗便所に当てはまる。③、④、⑤は近世のヨーロッパにおいて、また日本においてもこのような便所があった。ただし、⑤の方法が最も簡単で、かつ防臭は比較的効果的であったであろう。

その後、西欧では排泄物を道路に撒くような不衛生な時代が長く続いた。たとえば、窓からの投棄の例として、ウィリアム・ホガース(1697~1764)の1738年作のエッチング「1日の4回」の連作の一つ、「夜」をテーマにした作品がある^{(6),(7)}。窓ぎわを歩くか、道路の真中を歩かないと、予期せぬシャワーに見舞われることとなった。

18世紀半ばになり、水洗便器が出現してきた。当初は、排水管からの臭いにおいが便器から室内に蔓延することもあったので、その工夫として臭いものには蓋をするという手法が取られた。その方法が⑥以降となる。

- ⑥ 便器の排水口を手動で栓をする。

蓋やその他の方法を用いても、便器と蓋には隙間があって排水管内の空気を完全に遮断することができなかつたけれども、この方法では完全とまでいかなくとも排水管と遮断できた。しかし、用を足している間とか便器の汚れから臭いは残ったであろう。

次に考えられたのが、便器に水を蓄えることであった。便器の排水口に栓をすればよい。排泄後、水と排泄物が流され、そのあとにまた水を蓄えればよいのである。

- ⑦ 便器の中に水を蓄える⁽⁸⁾。

この方法は、どちらかといえば防臭のためよりも水洗便器として考案されたもので、初期の水洗便器の原型といえよう。しかし、排水管からの悪臭はたとえ防止できたとしても、栓のところからの漏水や便器の汚れなどを考えれば、便器として決して完全なものではない。

その後、便器の排水口は機械的に栓ができるようにし、その下部にパイプをU型に曲げて水を蓄える方法であった。つまり、トラップである。この発明には、サイホン作用の原理を知っていたのか定かではないが、水の流れが強ければ、くぼみ、またはU型のある曲がったパイプでも水が流れるのを偶然に発見したのでないかと推定できる。

⑧ パイプをU型に曲げて水を蓄える⁽⁹⁾。つまり、トラップを設けることであった。この方法では、洗浄力がなければトラップ内に排泄物が溜まって詰まりやすくなる欠点があった。そのほ

かに、排水管が密閉されてくると管内の圧力変動でトラップ内の水が常に保つことができない。このことなどから、トラップの発明のきっかけとなったといっても過言ではない。

その発明とは、現在のSトラップに類似していた。なぜこのような水を蓄えておくだけでよいという、至って簡単な発想が産業革命の時代まで考えられなかったのか不思議であるが、水洗便器の発明があって初めて防臭の役割をするトラップが必要になったからである。理論的には、サイホン作用の原理を知る必要があるが、重力排水の自然流下のもとでは水たまりの発想が思いつかなかったといえる。そして、たとえ水が空気を遮断することはわかっている、たまたまU字管に水があって、勢いある水で流せば排泄物は流れることが偶然にわかったのではなかろうか。

4. 特許1号のカミングスのトラップ

1775年、イギリスにおいて、水洗便器の最初の特許を取得したのが時計職人のアレグサンダー・カミングス (Alexander Cummings)⁽¹⁰⁾ である。この水洗便器にはトラップがついているので、排水管内の臭気を室内に出さないように工夫されていた。しかし、トラップの防臭効果が実際にあったか否かは定かでない。というのは、いろいろな文献ではトラップのことは一様にしたためであるが、その内容を異にすることが多いからである。そこで、ここにカミングスの水洗便器を記述してある文献からトラップのことを中心に列記し、比較してみることにする。

(a) この水洗便器の利点は器鉢の形を底に近く水の入り得るように工夫した点、使用後完全に器内の水が排除されるようなトラップを工夫したことである。そして下水管や排水管からの臭気を遮るのに効果的であっても、トラップそのものが汚れるようになり、使用の度に悪臭を発するに至った。鉢の下方約12寸から18寸下方で管を曲げている。そして使用の度ごとにこの中の古い水は押し出されて、代わりに新鮮な水が溜まるように工夫せられている。管の横断面は円形または円形に近い形である、と記されている⁽¹¹⁾。

(b) 使用後完全に封水を排除でき、新しい水が溜まるように、また下水管や排水管からの臭気を完全に遮断できるようにした。トラップは便器の下方30~40mm (cmの間違い) の位置で管をS字状に曲げたもので、断面は円形または円形に近いものである。材料は便器の鉢もトラップも鉛製である、と記されている⁽¹²⁾。この説明では、(a)を参考に、著者の考えを織り込んでトラップのことを具体的に表現しているに過ぎない。

(c) このウォータークロゼットの長所は、パンないし水盤の形状や、そこに水を入れる仕組み、さらにクロゼットが使用されるたびにその中身をからにするはずの、ないしはからにするだろうような構造に組み立てられた防臭トラップをつけたこと、などにある。ただ、ヴァルヴが安定していなかった……“はず” だとか“だろう” という語がくせものなのだとある、とある⁽¹³⁾。この書き方では、便器自体に不備があったことになる。

(d) U字型の排水管を持つトラップによってはじまる。U字型のところにも水が溜まっているので、においが遮断された。しかし、水を出したり、とめたりするヴァルヴがまだ不完全であった、とある⁽¹⁴⁾。便器自体はトラップを含めてまだ不十分のようだ。

(e) 完全に水が流されるトラップをつけたことである。いままでは使われた臭気止めのトラップは、たとえ下水管や排水溜めから臭気を止める効果はあっても、トラップ自身が汚れ使うたびに匂いがもれる。ところが本品は、トラップは下からの臭気を完全に止め、つねに十分の水を保つようになっている。鉢の下方約1尺2寸から1尺8寸のところを曲げて、使うたびにこのなかの古い水は押し出され、新しい水が溜まるように考案した、とある⁽¹⁵⁾。この説明では、(a)からの引用としかいえない。

(f) 鉛板製で排水管にはトラップがついている。そのトラップというのは管をU字形に曲げて水がたまるようにし、水は流れるが、下水の臭気は室に逆にはいってこないように遮断するもので、今日の衛生工事には欠くことのできない大切な装置である、とある⁽¹⁶⁾。つまり、トラップは鉛管をU字形に曲げたものと解釈できる。

(g) それは、皿形の容器の真下に、下からの悪臭がにおってこないように、いつも一定量の水を置いておくというやり方だった、とある⁽¹⁷⁾。トラップの詳しい記述はない。

(h) U字形排水パイプを使った水洗トイレの特許を取るまで、他にはなかったのである。U字パイプは、常に水がそこに残るため、悪臭が立ちのぼらずにすむ、とある⁽¹⁸⁾。ここではパイプをU字形に加工し、その中に水がたまると表しているに過ぎない。

(i) 排水管から容器を隔離するために水封が使われた。また、容器にスライド式の板を取り付けて、機械的な締切りをし、使用後に容器内の水量を保持できるという利点を付与した。1本のレバーが機械的なバルブと洗浄排水の両方の機能を果たした、とある⁽¹⁹⁾。添付されている図から、現在でいうSトラップが便器に付随していることがはっきりわかるが、トラップについての説明

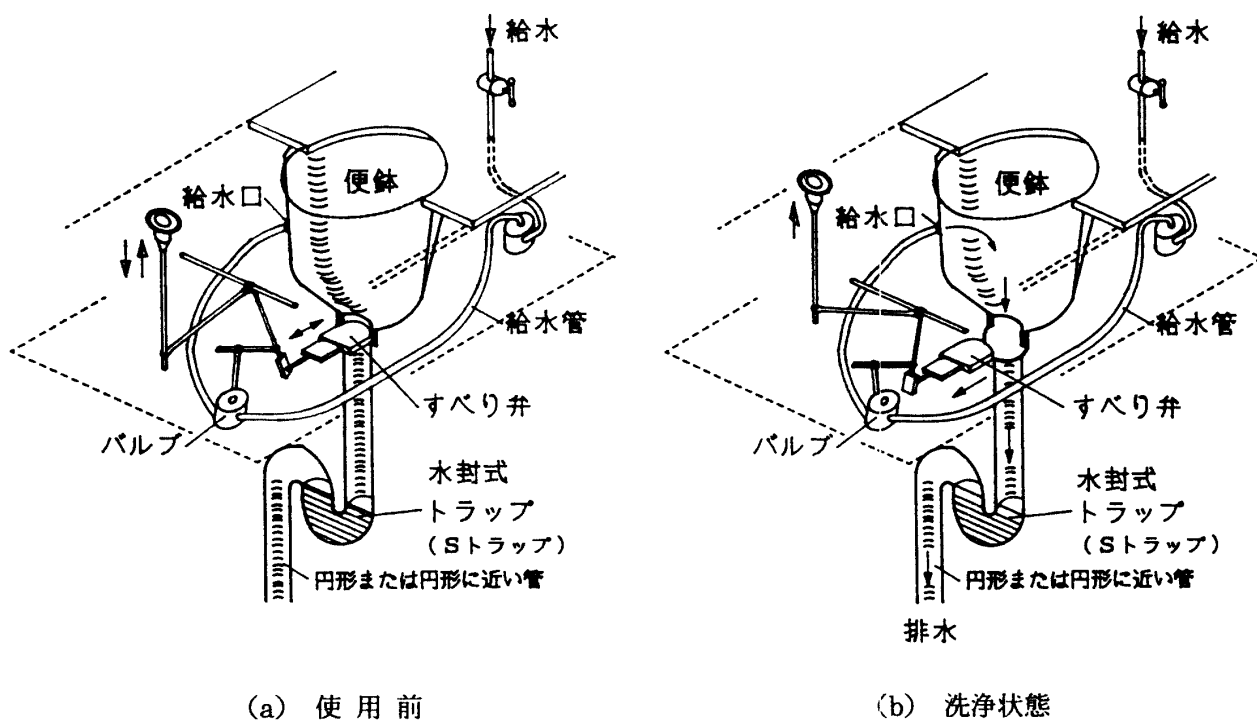


図-1 カミングスの便器

はない。

以上のことから推定すると、通気管のある排水システムがまだない時代であったので、便器にトラップがついていようとも、封水が破れて排水管内の臭気が室内に侵入することがあったものと考えられる。しかし、防臭の手段として非機械的なトラップが考案されたことは画期的な発明であった。それがカミングス自身が考案したものかどうかは定かではない。なぜなら、それ以前からトラップらしきものが使われていたからである。たまたまトラップ付きの便器の特許を第1号で取得したことから、トラップも同時に発明したかのように思われているに過ぎない。

3年後の1778年、カミングスの便器を改良した家具職人のジョセフ・プラマの便器の方が長く普及した。水洗便器の発明となれば、カミングスの名前があげられるが、実際はプラマの功績が大であった。しかし、プラマの便器はオーバーフロー管が防臭を形成しているが、排水管にはトラップはなく、19年間におよそ6000個の便器しか製造しているに過ぎない^{(20),(21)}。

このように考えてくると、カミングスが便器からの排水部分をU字管の一方に接続し、他方の上部から排水させたかたちになっている。しかし、排泄物をスムーズに流さなければならないので、封水深は50mm以上あったようにはとても思えないし、洗浄力もそれほどあったとも決して思えず、トラップ内に排泄物が残留する可能性もあったであろう。つまり、トラップ以外は機械的操作であったために機能的に、また操作上不完全な部分があったので、その普及がなかったものと推定する。

1782年、イギリスのジョン・ゲイレイト (John Gaillait) がトラップの特許権を取得している⁽²³⁾。そのトラップは、まったく新しい仕掛で排水管と下水道からくる不快な臭気を完全に防ぐことができる防臭弁の考案であったとある。しかし、具体的にトラップの形状が示された詳細な記述は残っていない。図-1は、以上の考察を参考にして作成したものである⁽²²⁾。

5. 水洗便器のトラップとそれ以降の経過

カミングスが水洗便器の特許を取得したあと、プラマの便器が続くが、トラップが防臭の役割をしていることはわかっているにもかかわらず水の破封などによって完全に防臭していなかったものと推定できる。19世紀になり、下水道の普及とともにいろいろなタイプの水洗便器が考案されるようになったが、トラップが完全に防臭していなかったことや排水機能の低下などにより、トラップの普及は鈍かったようである。その水洗便器を年代順として列記すれば、棒栓式便器、漏斗式便器、洗い出し式便器、洗い落とし式便器、サイホン式便器、サイホンゼット式便器へと次々に製造されてきた。トラップについてもその意義が明らかになり、便器にはトラップが定着してくるようになった。それには、通気管の必要性が認められたからである。

1850年から1900年のあいだ、イギリスの各都市では下水道の建設が促進された。その結果、水洗便所はすべて下水道に連絡することが強制されるなどした。また、汚水処理については19世紀後期に下水の化学的沈澱法によって行われるようになった。下水道が普及するにつれて、その点検・処理や堆積物の除去のために下水道の中で仕事をしなければならなくなり、人夫の安全のた

めにとくに十分な換気が必要となった。そのために、地表水だけ流す街路の両側の水の落とし口によって換気されていたが、水洗便器からの排水が下水道に流されるようになると、この方法が不快な臭気のために許されなくなった。

そこで、ロンドンでは1830年から1840年の10年間に、約900の地表水の落とし口にトラップが設けられたのである⁽²⁶⁾。そして、下水道の通気口が閉ざされることになった。その解決案として、1887年にロンドンの衛生局から下水道から道路の中央へ空気穴をつくるべきだという提案がなされた。その後、照明灯のガスバーナーに下水道の空気を吸いよせて持続的に換気する方法や、下水道の通気管を建物の側面につなぐ方式、家屋排水設備の通気管を利用する方式、扇風機を通気孔に取り付ける方式、また近所の工場の煙突によって生ずる気流を利用する方式などがあつた。

いずれにしても、家屋の排水ではトラップは単に防臭のためのものと考えればよいが、下水道ではトラップの防臭という役割が、働く人の安全に危害を及ぼすことになったのである⁽²⁵⁾。

なお、イギリスでは19世紀末になって家庭排水に複管方式が考案され、有毒ガスが家の中へ入るのを効果的に防ぐことができるようになった。ただし、この方式がすべての住居に普及したのかは定かでない。この排水システムの特長は、器具にはトラップを接続し、さらに各器具の排水管に通気管を設けて排水立管に接続する、各個通気管方式の採用と排水立管を延長した伸頂通気管方式が採用されている。さらに汚水管と雑排水管を分けた複管方式を採用し、またマンホールで汚水管内の臭いを雑排水管に逆流しないようにもしている。ただし、配管の途中にもトラップが設けられているので、排水機能の低下に加えて排水管内の圧力変化が大きいという欠点があるが、排水規模が比較的小さいことなどからこの排水方式で十分に防臭効果はあつたであろう。

ところで、アメリカではすべてイギリスからの輸入から始まったが、開拓精神が旺盛だったのか、短期間のうちに給排水設備を含めた衛生的な規則を確立された。トラップにおいても、19世紀末に通気管とトラップの実験を行っており⁽²⁷⁾、世界に先駆けてトラップの規準を定めた。

6. ま と め

水洗便所は紀元前からあつたとされているが、トラップを利用した水洗便器が出現はまだ2世紀を少し過ぎた程度で、かつ通気装置のある排水システムが確立されてから1世紀足らずという、技術的には意外に新しい。そして大量の水を使用する現在の排水システムには、非機械的な水封式のトラップの役割があつてこそ成り立っているといつても過言ではない。

そこで、これまで考察してきたトラップの変遷を要約し、以下に列記して結語とする。

1) 紀元前1世紀のギリシャのヘロンがサイホンを考案しているが、送水にはその原理が応用されている。しかし伏越しという手法があつたにせよ、トラップという手法は18世紀の水洗便器の出現までなかったといつてもよい。

2) 1775年、イギリスのカミングスの水洗便器が特許第1号であり、しかもトラップが採用されていた。したがって、トラップについても公的に認められたものとして第1号となるが、実際にはそれ以前からトラップは利用されていたようである。

3) トラップだけの特許第1号は、1782年、イギリスのジョン・ゲイレイトによって取得している。しかし、その詳細な形状は未詳である。

4) 19世紀後半、下水道が完備してくると、いろいろな水洗便器が考案されて実用化されてきた。そして、漏斗式便器で二重トラップまで現れるようにもなった。しかし、通気装置が排水システムに採用されるまではトラップの防臭の役割はまだ不完全であった。

5) 1880年、アメリカにおいて器具トラップとガラス管とを使用して通気管の実験が試みられ、種々のトラップに対する最小通気管径が定められた。この時点からトラップの防臭の役割が増大したといっても過言ではない。

以上、概略的かもしれないがトラップの出現過程を考察した。今後は、トラップの形状や構造などの技術的なことにまで検討を行う予定である。

引用・参考文献

- (1) 中山秀太郎著『機械の再発見』「サイホンの原理と応用」講談社 1980年 210～214p
- (2) 紀谷文樹編『給排水衛生設備学 上級編』82p「3-2-1 トラップの意義と用語」TOTO出版 1989年
- (3) 社団法人 空気調和・衛生工学会編『空気調和・衛生設備規格 (HASS 206-1991)』社団法人 空気調和・衛生工学会発行 20p, 21p (60)トラップ
- (4) 『JIS A 5207-1982 衛生器具』5p 6.4 性能試験 6.4.1 (c) 代用汚物 日本規格協会 1982年
- (5) 小西正捷監修『すからべの見たもの』TOTO出版 1991年 171p 原書は、東陶機器(株)編『トイレ考現』1966年
- (6) リチャード・B・シュウォーツ著 玉井東助・江藤秀一訳『18世紀ロンドンの日常生活』研究社出版 1990年 29p ポカース作「一日の四つの時 一夜」
- (7) 川名隆史他2著『路上の人びと 近代ヨーロッパ民衆生活史』日本エディタースクール出版部 1987年 120p図98「汚穢を運ぶナイトマン。気分爽快さ！」
- (8) 大熊喜邦監修『近世便所考』建築知識社 1937年 59p
- (9) (8)前掲 61p 第14図, (10) (8)前掲 59p, 60p
- (11) (8)前掲 60p, 61p 第14図
- (12) 篠原隆政著『給排水衛生・暖房の変遷』水曜会 1990年 112p, 115p
- (13) ローレンス・ライト著, 高島平吾訳『風呂トイレ讃歌』晶文社 1989年 147p, 148p
- (14) 海野弘・他著『ヨーロッパ・トイレ博物誌』INAX 1990年 21p
- (15) 李家正文著『廁史話』六興出版社 1949年 74p, 75p 文献(9)からの引用と思える。
- (16) (5)前掲 170p, 171p 図12
- (17) 日本トイレ協会編『トイレの研究』地域交流センター 1987年 高橋志保彦著「都市とトイレ」25～26p
- (18) ジョン・セイモア著 小泉和子監訳 生活史研究所訳『図説 イギリスの生活誌 道具と暮らし』原書房 1989年 116p
- (19) 空気調和・衛生工学会『空気調和・衛生工学 1992.9 VOL.66 NO9』1992年 「GOLDEN OLDIES」61p
- (20) (13)前掲 148p, (21) (14)前掲 21p
- (22) 前掲(8) 61p 第14図, 前掲(19)の図などを参考にして作図したものである。
- (23) チャールズ・シンガー他編 田辺振太郎訳編「技術の歴史8 産業革命(下)」筑摩書房 1979年 431p
- (24) 主に、(8)前掲, (12)前掲, (13)前掲, (23)前掲などから作成したものである。
- (25) (23)前掲 431p このトラップがどの程度の大きさで構造になっているかは不明である。
- (26) (23)前掲 437p 下水道の換気方法がいろいろと考えられていた。
- (27) (12)前掲 「米国の給排水設備の変遷(5)」303p

(平成9年9月26日受理)