

平成21年 5月25日現在

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2007～2008

課題番号：19760449

研究課題名（和文） 中世風車建築群にみるオランダ環境共生型都市の秩序形成について

研究課題名（英文） Formal structure of the Build Environment in the Dutch Windmill

研究代表者

末次 宏成 (SUETSUGU HIROAKI)

九州大学・知的財産本部・研究員

研究者番号：90432880

研究成果の概要：オランダのポルダー風車は、中世後期オランダで独自に開発された。16世紀以降、風車守の居住化がはじまり、建築空間としての独自の発展が認められる。本研究は、ポルダー風車がハウジングという仮説的視点から、治水管理を一義に都市と農村とが一体的に連動した環境共生型都市の秩序形成について調査を行った。研究期間中、2回の現地調査を行った。風車群の集合形式と建築単体の内部空間について、風車内外の都市建築デザインの構成的特徴の一端を捉えた。

交付額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	700,000	0	700,000
2008年度	500,000	150,000	650,000
総計	1200,000	150,000	1,350,000

研究分野：建築史・意匠

科研費の分科・細目：意匠論

キーワード：風車、オランダ、環境共生型都市、ポルダー風車、人工環境デザイン

1. 研究開始当初の背景

中世後期以降、オランダ低地地域では治水を一義とした独自の定住環境を形成している。ポルダー風車（polder molen）は、揚排水の土木装置だけでなく、居住空間を内包している点で他の風車とは異なる構築物といえる。近世期オランダの風車は、都市の経済、社会生活に大きく貢献した各種産業の動力源として展開したが、ポルダー風車は、水域隣接環境下の治水管理の土木装置および居住空間として利用され、他の欧州地域とは独立して発展した環境共生型都市デザインを一要素として捉えられる。

これまでの先行研究では、産業革命期以前の低地オランダ水域隣接環境下に集約的に定住化した一連の人工環境構築物（初期マウンド集落、堤防型都市、ザール型住居、干拓地ポルダー）を対象に実地調査を行ってきた。これらの対象は、単に治水技術などの機能的側面とは独立した、表象形態構成上の組織に一貫した内的造形

原理が存在することが推察された。以上の背景からオランダの中世風車群を観察すると、ポルダー風車は、都市から地方農村までの総合的な生活環境の均衡を保持し、治水管理の土木装置やその動力源としての技術的な評価以上に、オランダの生活基盤を安定化させた環境共生型都市デザインの一要素として、その秩序形成の理解が重要視される。

オランダの風車の研究は、技術発展史や文化遺産保存、修復など技術的研究が多く、建築的な視点での空間性に関する研究は乏しく、インテリアなど内部の生活空間に関する研究はみあたらない。また都市景観要素としての風車など外部空間については美術史などの研究分野で見られるが限定的である。本研究では、ポルダー風車がハウジングという仮説的視点から、治水管理を一義とした環境共生型都市デザインと風車建築内外の空間構成の秩序形成について着目する。

2. 研究の目的

本研究課題では、ポルダー風車を対象に、都市農村形態を構成する風車建築群の「集合単位」そして、居住空間としての風車「建築単体」というふたつの視点から、都市と建築の空間構成的特徴を捉え、環境共生都市の秩序形成について、下記2項目を目的とし、考察を与える。

(1) ポルダー風車群と環境共生の秩序形成

オランダの風車は、多様な動力源として用途や姿を変えると同時に、都市や農村、工業地区など地域によっても利用形態を変化させてながら、かつ地域景観を規定する要因となっている。ここでは風車単体に対する類型でなく、風車建築群で構成される地域単位での景観やその造形性に着目し、オランダで多様化した風車とその地域景観について観察する。特に風車群の配列や堤防で囲まれる集合単位での集合形式に着目し、都市や農地(干拓地ポルダー)を組織化する物体構成と、治水管理の共同体組織にみる秩序形成との影響関係について理解することを目的とする。同視点は、風車群で構成される都市から農村への物的領域と管理共同体等の人的組織との秩序形成の関連性を観点とする。

(2) ポルダー風車の類型と内部空間の構成

ポルダー風車は揚排水能力などの技術的発展とともに、風車守の居住空間が拡張するなど、風車躯体の発展に伴う、建築の内部空間の物体構成的影響が観察され、オランダ独自のハウジングとして、風車建築の固有性が指摘される。ポルダー風車の技術的史とともに発展した風車の機構や構造体の変容とその類型を観察し、構造体で囲まれた内部空間の物体構成に着目し、類型間に認められる内部空間の生成とその発展形式について考察することを目的とする。さらに発展形式に伴う各類型での内部空間の生成について、風車守の生活空間として風車構造体で規定される内部の空間構成を考察し、類型間の技術的発展に伴う生活空間の変容について物体構成的特徴を理解することを目的とする。

3. 研究の方法

本研究課題では、2回のオランダ渡航を行い、現存する風車の現地踏査と、オランダ風車協会(De Hollandsche Molen)や治水委員会(Hoogheemraadschap)でのヒアリング調査、および史料、文献調査・収集により成果報告を行った。

(1) ポルダー風車群と環境共生の秩序形成

研究方法は、おもに文献資料とオランダ風車協会や風車守とのヒアリング調査によりまとめた。

- ①低地オランダでの治水管理組織の形成
- ②ポルダー風車の技術史
- ③風車群の景観形成

(2) ポルダー風車の類型と内部空間の構成

研究方法は、現地踏査を行い、実測調査と風車守とのヒアリングにより、風車内部の空間構成図を作成し分析を進めた。

ポルダー風車の機能的な機構(回転・揚水装置)や建築構造体と内部空間を区別し、内部空間は風車守の操作や管理を行う「作業空間」と家族が住まう「生活空間」に分けて検討を行う。分析では、ポルダー風車の類型間の機能的構造的差異にみられる内部空間のボリューム構成の変容について、断面図、平面図の構成モデル図を作成し、内部空間の生成やその発展形式について検討を行う。

4. 研究成果

(1) ポルダー風車群と環境共生の秩序形成

①低地オランダでの治水管理組織の形成

10世紀頃からオランダの低湿地地帯、泥炭地帯は築堤、水門の開発により排水がはじまり、水域に隣接した定住環境が獲得されていた。12世紀頃から治水管理組合が形成され、14世紀には治水委員会(Hoogheemraadschap)の設立された。当初治水組合は、堤防などの治水監理官を区長として、区画地権者、土地地権者、水利権者、住民から構成され、18世紀には水管理の条文(Keure)が公布されている。それまでに荘園制は廃止され、地域単位の治水管理に基づいたより水平化された共同体ネットワークが形成され、小規模都市群が離散的に配置し、近接する生産農地ポルダー環境も同様の構成形式が確認される。オランダにおける治水管理ネットワークとそ

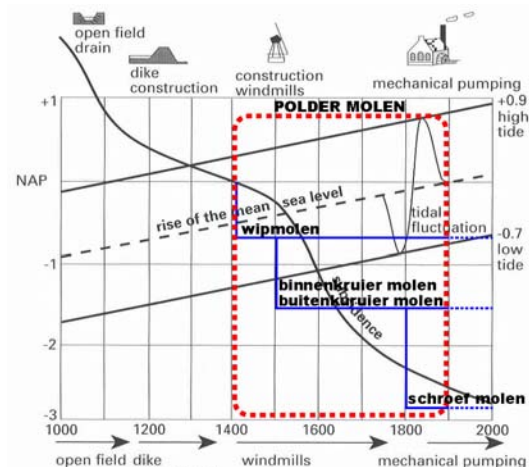


図1 オランダの干拓と動力の変遷および水位相関図



図2 J. Leegwater 作成のハーレマーマア干拓計画図

の動力源の風車建築は、都市部から郊外、そして農村まで縦横に一貫した水位管理システムが配され、固有の都市景観を形成した。

②ポルダー風車の技術史

オランダのポルダー風車は自然風力を利用し、ポルダー内部の余剰表層水を外部の環状水路 (ringvaart) や貯水池 (boezem) に揚水して水位調節するため、風車守 (molenaar) が常駐するという点で他の産業用風車とは異なる特徴をもつ。ポルダー風車は、堤防上に設置され、風を直接受けるために周囲の建物や木々から距離を保ち、ポルダー外周に沿って離散的に立地する。よって風車守は都市や農村集落の生活圏から離れて生活を維持し、最小単位の一家族が風車または隣接する住宅に居住するのが一般的である。当初、ポルダー風車は、ポルダー内部の農家が共用の風車を購入し、風車守を雇って農地の水位管理を委託していた。後に各ポルダーの水位水質などを包括的に管理する治水委員会 (Hoogheemraadschap) によって統制された。16世紀後半以降、大規模湖沼干拓 (droogmakerij) の開発とともにポルダー風車の連設による干拓地のレベル低下が進み、ポルダー風車は急速に増加した。

③風車群の景観形成

中世後期以降のオランダ都市において、風車は単に排水機能だけでなく、様々な産業の動力源として利用された。都市部では、塔状の風車 (Stellingmolen) が都市の外堀沿いの堤防上に設置され、製造小屋が併設された工場として都市生活を支えた。風車の歯車や石臼は、穀物や火薬等の製粉工場、製鉄所、なめし皮工場など様々な加工業の主動力となっていた。当時のオランダの諸都市の産業は郊外型の大規模産業ではなく、都市内部に点在する町工場の集積で成り立ち、都市部に



図3 vanDeventer 都市絵地図(アムステルダム 1561)

林立する風車の存在は、他の欧州諸国にはない都市景観を形成していた。17世紀のオランダ繁栄の時代には、都市周縁部の干拓地へ市域が拡大し、住宅供給においても風車は大きな役割を担った。都市部の急激な人口増加に伴い、都市郊外では大規模湖沼干拓による生産緑地の拡大と都市拡張が進み、住宅供給は、ザーン地方 (Zaan) の木材加工風車群により建設資材を供給し、干拓地の居住化に対応する産業構造を確立していった。

16世紀の都市絵地図ファン・デーヴェンター (van Deventer) や 17世紀の都市景観画を参照すると、都市周縁部の外堀に沿って風車群が配され周囲の干拓地ポルダーとの連携が確認される。一方で風車は、固有の都市景観として教会などと並ぶランドマーク的な要素として地域に根付いた建築物として位置づけられる。

(2)ポルダー風車の類型と内部空間の構成

15世紀初頭オランダで排水風車ウィップ風車 (wipmolen) が発明された。製粉用のポスト (支柱) 風車 (post molen) の発展形として開発された。ポスト風車は、地中海沿岸諸国から伝わり、オランダでは11世紀以降、高地地方に出現した。オランダ発明されたといわれる排水揚水用の風車は、用途、機構、外形などで区別され呼称も様々であるが、本研究では総じてポルダー風車 (polder molen) と称す。当初ポルダー風車は水車を回して土地を乾かす排水用として開発され、ウィップ風車は、約1m弱の揚水能力であった。16世紀初頭、大型水車 (パドル式) を内包した大型風車が開発 (揚水能力約1.5~2m) された。16世紀後半は、大規模湖沼干拓の排水揚水用としても発展し、大型化するだけでなく連設することにより、広大な湖を干拓する揚水能力を向上させた。1630年代にはアルキメデススクリュウ (Archimedes) での揚水装置 (揚水能力約4~5m) が導入され、より高度差の大きい排水が可能となり、19世紀には連設す

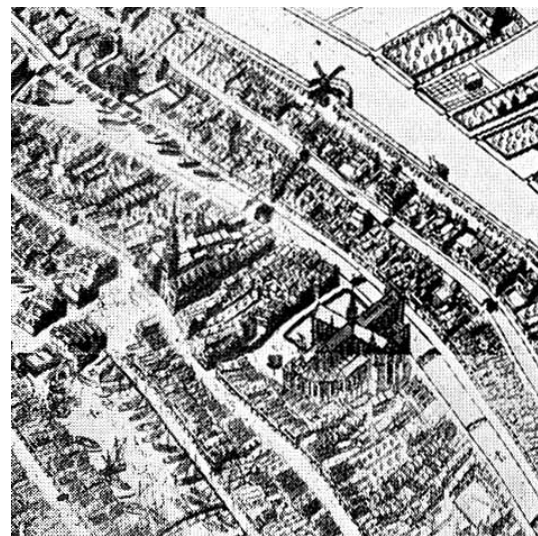


図4 アムステルダム都市景観図(1544)

るパドル式はスクリー式に集約化された。その後、18世紀末頃開発された蒸気機関が採用されるまで、自然動力での風車は数を増やし、オランダの都市・農村風景を変えていった。風車の構造体や部材は、時代とともに素材が取り替えられていったが、本分析ではポルダー風車の空間ボリュームの変容を4段階で大別して、各類型間の機能的発展に伴う空間構成的な特徴について整理する。

①類型 1) ヴィップ風車：中空支柱風車

15世紀前半までに開発されたヴィップ風車は、上部の風車回転運動を中空柱に内蔵された垂直軸を通して、下部の水車を回し揚水する構造である。ホロウポスト (hollow post; 中空支柱) 風車とも称され、ポスト風車の発展形として位置づけられる。当初、ヴィップ風車は、土地を乾かす排水用として水車 (パドル式) を回す単純な構造体であった。風車の下部構造体は水車を回す歯車を内包し、約 6m 四方、高さ約 6m の四角錐の形状で、4本の脚柱で支持されている。当初、下部の支持柱は露出していたが、屋根がかけられ、風車機構の保護および管理作業小屋として内部空間が生成された。風車の居住化は16世紀末頃から始まったといわれ、当初は補助的な作業小屋として利用され、主な居住空間は風車に隣接した背の低い農村住宅が建設され、風車守との兼業農家が一般的であった。

ヴィップ風車は、ポストミルの発展形として発明されたが、構造的には中央の支柱が水車を回す主軸 (中空支柱) にかわり、水車を回す機構として応用されたが、内部空間は上部の石臼での作業空間が縮小され、下部は大きく構造体に水車を回す歯車が内包されている。並列して水車は屋外に設置されている。空間構成のボリュームは、風向きあわせて方向を変える上部の羽根回転部分と下部の四角錐の水車小屋部分に二分されるが上下部分ともに作業空間が主で生活空間は残余スペースと位置づけられる。当初、下部の構造体は外部に露出していたが、後に屋根や出入口が設けられ内部空間が生成された。この屋根裏部屋のような内部空間は中央の歯車で二分され、大空間側をリビングダイニングと歯車側の残余空間を小さな寝室として利用された。内部空間は狭小で生活空間としては補助的に利用された。

②類型 2) ビネンクロイラー風車：内部操作型パドル式風車

16世紀初頭、大型のポルダー風車が開発され、帽子形状の上部が回転するボベンクロイラー風車 (bovenkruier molen) が開発された。ヴィップ風車より揚水能力や風車規模が拡大し、下部の水車や水路が風車内部に収納された。軟弱地盤である低地オランダでは、主に軽量の木造による平面視八角形の構造体で建設された。また風向きにあわせて羽根を回転させる操作機構が風車内外の位置や形状によって、ビネンクロイ

ラー風車とボイテックロイラー風車に大別される。

大型化された帽子回転風車の内部操作型パドル式風車は、上部の帽子の回転部分が区分され、ボリュームは上部、胴体部、下部水車で大きく3部で構成される。上部の回転は風車内部で操作するため帽子内部が大きく、階下の作業スペースを必要とする。風向きにあわせて風車内部を上下移動する作業が強いられる構造である。大型化に伴い生活空間は飛躍的に増大し、1階の半分はリビングダイニング、2階は寝室として利用され、3階以上は、家族の規模に応じて子供部屋や作業室など多目的に割り当てられた。

③類型 3) ボイテックロイラー風車：外部操作型パドル式風車

ボイテックロイラー風車 (buitenkruier molen) は南ホラント州に多くみられ、風車外部で羽根を回転させる類型である。ビネンクロイラー風車に比べて上部の帽子部分が小さく、胴体がテーパードした曲線を描いているため優美な印象を与えている。下部の居住部分にはレンガも使われる事例も多い。外部は、羽根の回転を受ける木組テールポールが張り出し、地上近くで操作する車輪が設置されている。

外部操作型パドル式風車は、全体のボリューム構成がビネンクロイラー風車と同様であるが、屋外から帽子の回転操作を行うため、帽子部分が小さい。内部空間は、内部の作業空間を生活空間に転用できるために、より柔軟な内部空間の割り当てが可能となり、生活と作業空間の区別が明確になったといえる。



図5 ポルダー風車の4類型

④類型 4) スクリュー式風車：スクリュー式風車

スクリュー式風車は、水位差4～5mの揚水能力がある傾斜した木製スクリューを回転させる。パドル式に比べ風車の基礎部分により大きな空間ボリュームが生成される。内部空間は、パドル式での大きな歯車と水車が消え、スクリューの高低差分が居住空間に加えられ、リビングダイニングは一層分増加されてより豊かな生活空間が生まれた。地下の大小の余剰空間は、寝室、貯蔵庫、荷捌き室など、多様な空間利用が行われた。19世紀後半は多くのパドル式風車がスクリュー式に転換されている。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 3件)

- (1) 末次宏成・石田壽一、オランダの中世風車の概要、日本建築学会研究報告九州支部、査読無、47巻、2008年、833-836
- (2) 石田壽一・末次宏成、オランダポルダー

風車建築の技術史と類型について、日本建築学会大会学術講演梗概集、査読無、F2巻、2008年、793-794

- (3) 末次宏成・石田壽一、オランダポルダー風車建築の類型と内部空間の変容について、日本建築学会大会学術講演梗概集、査読無、F2巻、2008年、795-796

〔学会発表〕(計 2件)

- (1) 末次宏成、オランダの中世風車の概要、日本建築学会九州支部、2008年3月2日、崇城大学
- (2) 末次宏成、オランダポルダー風車建築の類型と内部空間の変容について、日本建築学会大会、2008年9月20日、広島大学

6. 研究組織

(1) 研究代表者

末次 宏成
九州大学・知的財産本部・研究員
研究者番号：90432880

	section A	section B	plan	external volume	internal space
	■=水位高低差 □=内部空間		■=生活空間 □=作業空間		■=生活空間 □=作業空間
type: 0 ポスト風車/製粉用風車 post molen 基本形：○					
type: 1 ヴィップ風車 wipmolen with scoop wheel 類型：I	 0.6m			 上 下	
type: 2 ビネンクローイラー風車 binnenkruier molen with scoop wheel 類型：2	 1.5m			 上 中 下	
type: 3 ボイテンクローイラー風車 buitenkruier molen with scoop wheel 類型：3	 1.5m			 上 中 下	
type: 4 スクリュー式風車 schroef molen with Archimedes screw 類型：4	 4.5m			 上 中 地下	

図6 ポルダー風車の4類型と内部空間生成のモデル図