

呉工業高等専門学校

研 究 報 告

第26巻 第2号 (通巻第47号)

平成3年2月 (1991)

目 次

1. On Fragility of Human Mind	田 邊 達 雄	1
2. 句動詞の指導に関する一考察	川 尻 武 信	15
3. ネオングロー放電陽光柱プラズマに及ぼす光励起の影響	山 崎 勉	21
4. 昭和63年7月加計町山腹斜面災害における調査研究	小 堀 慈 久	35
5. 耐震要素を含む立体架構の水平剛性について	正野崎 昭 二	47
6. 今昔物語集傑作選 (一)	大 林 潤	53

On Fragility of Human Mind — Seen in the People in *An Outcast of the Islands* —

(Department of General Education) Tatsuo TANABE

An Outcast of the Islands is the second work of Joseph Conrad's. It takes up almost the same characters such as Almayer, Tom Lingard, Babalatchi that we find in *Almayer's Folly*. Moreover, the scene itself is also set in the same Malay Archipelago. We often compare his second work with *Almayer's Folly*. What is the difference between these two works? I think some difference will show the measure of how the author had made progress in writing from the first to the second. Another is in the process of the hero's mind. In this paper I want to study about how the author deals with men's weakness in mind and at the same time how *An Outcast of the Islands* has given effects on his later works.

1

After Joseph Conrad finished his first work *Almayer's Folly* (1894), he began to worry about the difference between the life as a novelist and the life as a seafarer which he had been engaged with for a long time. But owing to the advice of his old friend Edward Garnett (1868-1937), he wrote *An Outcast of the Islands* on the next year. In *Almayer's Folly* he tried to describe a man's desire which a certain white man fights and strives against natives in the Eastern undeveloped area, while in *An Outcast of the Islands* he seemed to aim at the brittleness of mind which the white man has when he is set in the uncivilized district alone. And this brittleness of mind causes the betray of his benefactor and his lover, leading the deterioration of life.

Comparing with these two novels, we notice that Conrad used certain names of the characters and gave them almost all the same natures. Besides, the more interesting fact is the scene which Conrad used as backgrounds: Borneo, Macassare and Malayan Archipelago, where he had ever landed in his sea days.

The Rescue, which he began writing on those days but ended in 1919, may show the same scene as the former two novels do. Including *The Rescue*, these three stories belong to what is called "Malayan story series". That is why the readers call him "exotic writer", which later he reminiscently wrote on its Author's Note as follows:

...I don't think the charge was at all justified. For the life of me I don't see that there is the slightest exotic spirit in the conception or style of that novel. It is certainly the most tropical of my Eastern tales. The mere scenery got a great hold on me as I went on, perhaps because (I may just as well confess that) the story itself was never very near my heart. It engaged my imagination much more than my affection... (p. ix)

According to this memory, it seems that he was reluctant to be named so. It is certain that the scenes are set on the particular circumstances such as the sea and the Eastern and tropical areas, which are different from those of the ordinary European novelists, but the main theme of these stories, as Leo Gurko and some other critics say, is of psychology. This can be seen in his many works as *Karain* (1897), *The Nigger of the 'Narcissus'* (1898), *Heart of Darkness* (1899), *Lord Jim* (1900), *The End of the Tether* (1902), *Under Western Eyes* (1919) and so on. His writing method, which is characteristic, using many splendid adjectives, is one of his main subjects to get the story more real and to give their characters more psychological expressions. This method had been started even on his first work *Almayer's Folly*. But in *An Outcast of the Islands* we can no more see the unnaturalness. On the contrary, it did become one of the most important elements, which in his later works are to establish his theme. In this regard, Leo Gurko says on his critic as follows:

...In *Almayer's Folly* Conrad's apprenticeship began. With *An Outcast* it was already over. Perhaps neither novel moves us deeply, any more than it did the author. In them, however, he grasped the elusive linkages that drew his vision of man and his vision of nature together. Thus armed, he was ready for the more intricate and profound linkages of *The Nigger of the 'Narcissus'*, *Heart of Darkness*, and *Lord Jim*, his first authentic masterpieces that do, unmistakably, move us deeply. The canvas of the first two novels was the battleground on which Conrad won the decisive victory over his centrifugal self. With this victory the master mariner finally gave way to the master writer...
(J.C.G.E. p.64)

We have to notice that the originality of his writing style and his describing characters, which can be seen in his later works, have already been found in those days.

2

Both in and out of his mind, a man is to meet more or less misfortune in the course of his lifetime. When he comes to meet with some "wayside quagmires" (p.3), he usually tries to shirk its cause on some pretext or other. Putting blames on others, which is made by none but himself, he goes down to the deterioration, notwithstanding our expectant of his happiness. Peter Willems, the hero of this story, is placed on such circumstance.

Conrad wove the story with how Willems would encounter such degradational cases by means of the help of his benefactor, Captain Tom Lingard. Lingard is one of the common characters of *Almayer's Folly*, *An Outcast of the Islands*, and *The Rescue*. Although he plays a subsidiary role in *Almayer's Folly*, he has a great influence on Willems at this time. His appearance is set as follows:

...Tom Lingard was a master, a lover, a servant of the sea. The sea took him young, fashioned him body and souls: gave him his fierce aspect, his loud voice, his fearless eyes, his stupidly guileless heart. Generously it gave him his absurd faith in himself, his universal love of creation, his wide indulgence, his contemptuous severity, his straightforward simplicity of motive and honesty of aim. Having made him what

he was, woman-like, the sea served him humbly and let him bask unharmed in the sunshine of its terribly uncertain flavour. Tom Lingard grew rich on the sea and by the sea. He loved it with the ardent affection of a lover, he made light of it with the assurance of perfect mastery, he feared it with the wise fear of a brave man, and he took liberties with it as a spoiled child might do with a paternal and good-natured ogre. He was grateful to it, with the gratitude of an honest heart. His greatest pride lay in his profound conviction of its faithfulness — in the deep sense of his unerring knowledge of its treachery...he soon became known to the Malays, and by his successful recklessness in several encounters with pirates, established the terror of his name. Those white men with whom he had business, and who naturally were on the look-out for his weakness, could easily see that it was enough to give him his Malay title to flatter him greatly. So when there was anything to be gained by it, and sometimes out of pure and unprofitable good nature, they would drop the ceremonious "Captain Lingard" and address him half seriously as Rajah Lout — the King of the Sea...

(pp. 13-14)

One evening when Captain Lingard "stood on the quay of the landing canal, ready to go on board of his brig, "(p.14) he was called by a "very lean boy" (*ibid.*) who spoke English distinctly but imperfectly. This boy is the hero of this story, Willems. And this is their first meeting. Willems's destiny to his death from this first meeting Conrad suggests as early as in the Part I, Chapter I. This is one of Conrad's habitual method of the expression and it can be seen in his first work, *Almayer's Folly*. Not only in these two novels but also in his many other works we can notice such an expressing method at every part. It is also one of the idiosyncratic ways. On the other hand, Conrad aims to describe Tom Lingard as the ideal image of the mariner like Captain MacWhirr in *Typhoon*. Besides, the author attempts to treat Lingard humanly. Many critics allude to this point, as "...interfering in the lives of individuals and communities for their own good, and for the satisfaction of his ego — is Conrad's first suggestive study of the destructive sentimental idealist..." (C.N. p.79) or "...Almayer and Willems are both the victims of Tom Lingard, a sentimental egotist who derives a self-sustaining gratification from 'arranging' and 'improving' the lives of others..." (J.C.G.E. p.51) By making Willems a man of 'heroic ideal', Conrad shows them symmetrically in character, so that Willems always changes his impulsive desire into reckless action foolishly and in consequence of growing the heroic idea he spoils his life by his own hand. Mr. Vink, who seems to be a spokesman of the author, foretells that "...he (= Willems) is becoming dangerous: he knows too much. He will have to be got rid of..." (p.10) Willems's personality is so dangerous that we can easily understand Mr. Vink's saying when Willems first met Lingard. Willems gets rid of the captain of the *Cosmopoliet IV* who always treated him paternally and comes to Lingard, where he intends to trust his new captain with the brilliant goal of his future which we may call 'the heroic idea.'

While he is working under the care of Lingard, Lingard comes to think that Willems is "hopelessly at variance with the spirit of the sea." and Willems has "an instinctive contempt for the honest simplicity of the work which led to nothing he cared for. (*ibid.*) Accordingly, judging from his beautiful handwriting, quickly mastering perfect English, and being quick at figures, Captain Lingard decides to make him the secretary of his trading rather than a sailor of his ship. But soon his "heroic

idea” grows again and he moves to Hudig’s service, where he is employed by the help of Lingard, ending nothing but some fame of his ability for trading.

Being self-conceited his momentary success with going mad over billyards and cards, and scattering about superficial good-will, he goes straight toward “greatness”. But once he reflects himself, he finds that he is on the way to the deterioration. He borrows Hudig’s money for only a short period. Even in such a bad condition, he does not notice that “his prosperity had touched then its high-water mark, and that the tide was already on the turn.” (p.22)

His principle that it is the most dishonest to appropriate some money to one’s private use comes to blame his conscience in contradiction to his act.

...But he judged himself with the indulgence that should be extended to the weaknesses of genius. He would make reparation and all would be as before; nobody would be the loser for it, and he would go on unchecked toward the brilliant goal of his ambition....
(p.11)

But his vain excuse is soon found out by Hudig. The harder he tries to get free from this nuisance, the more deeply he falls into the miserable degradation.

He has a half-cast wife, Johanna, who only once resisted her husband. But now she is so obedient that he feels her even wearisome. Willems simply supposes that when he tells his wife the reason of leaving Hudig’s service, she must be grieved bitterly because she has been proud of being a white man’s wife. But on the contrary she blames him violently with her strong attitude. Furthermore, her brother, Leonard, takes sides with her, saying as follows:

“Do not be brutal, Mr. Willems,” ... “It is unbecoming between white men with all those natives looking on.” ... “Restrain your improper violence,” ... “I am a respectable man of very good family, while you...it is regrettable... they all say so...” (p.29)

He feels rather humiliation as a white man than indulgence because his wife and her relatives have been humble to him before. They turn unfriendly against him and show hostile to his dignity as a white man.

Thus, he, leaving his home and his family, meditates on his solitude at the quay alone and comes to think that he himself is “an outcast” hovering round the world. It is his first horrible experience for the future. And he begins to be aware that the faith in his own success is declined by his own hand.

When Willems is in such difficulties, his protector, Lingard, happens to appear before him. Willems’s usual attitude which is haughty toward Hudig, Vink and other acquaintances of his is always changed when he meets Lingard. Whenever he meets Lingard, he is apt to pretend to be unsophisticated. But Lingard is so almighty that he soon find out Willems’s trick. He says to Willems as follows

“...I have heard a lot. I will tell you what, Willems; you are not saint, that’s a fact. And you have not been overwise either. I am not throwing stones...” (p.32)

Lingard advises him about his behavior and confesses him that his wife is the daughter of Hudig's. He comes to believe that his momentary defalcation at Hudig's service has caused such degradation as the treachery of his wife, the unexpected discharge and his miserable result of life. Willems tries to find a place of safety in vain. After all, he again asks Lingard for help.

“...It is the second time, Willems, I take you in hand. Mind it is the last. The second time; and the only difference between then and now is that you were barefooted then and have boots now. In fourteen years. With all your smartness! A poor result that. A very poor result.” (p.41)

Lingard keeps on advising Willems sympathetically, sometimes remonstratively or consolatorily even when they get on board, and finally he shows Willems his secret shelter, which is his source of wealth and he governs by his own hand and yet nobody but Lingard knows the way to. It is this place that is called ‘Sambir’.

Willems remembers that he often sees his master pausing to say a certain fact. So, he has always wanted to find out its cause; but it is late to know the truth. For him it is more important to get the secret than to thank him. Lingard, however, is indifferent to him, guiding him to Sambir where Almayer lives. Then Lingard goes away, leaving protege amongst the natives and Almayer. Conrad, by making these two white men detest each other, describes ugliness of the civilized people with severe irony. Almayer, who reminds us of the hero in *Almayer's Folly*, has considered Willems as man of haughty and cunning since he met Willems at Hudig's service. Almayer not only treats him unfriendly but also thinks obstinately that he would not be humble himself to Willems. On the other hand, he says to Lingard as follows:

“But I had principles from a boy. Yes, principles. Business is business, and I never was an ass. I never expected fools. They had to suffer for their folly when they dealt with me...” (p.266)

Willems despises his rival with such a thought. Whenever they meet, they are at odds with each other. Willems is so impatient at Almayer's house, that he walks along the tropical forest near the house with the feeling of solitude. One day when he is hovering, he comes across a young girl. Her name is Aïssa. She is the daughter of the blind Omar's, who had been the chief of Sambir. But by failing to win the throne, he is now obliged to live with his daughter lonely in a shabby hut.

Just in *Almayer's Folly*, the author successfully describes the scenes of their meeting in the tropical forest.

In this scene he arranges a lot of abstrusive phrases and the ambiguous expressions, which can be seen not only in these earlier works but many later ones. Conrad expresses Willems's passion for Aïssa as follows:

And Willems...Charmed with a charm that carries with it a sense of irreparable loss, tingling with that feeling which begins like a caress and ends in a blow, in that sudden hurt of a new emotion making its way into human heart, with the brusque

stirring of sleeping sensations awakening suddenly to the rush of new hopes, new fears,
new desires — and to the flight of one's old self... (p.69)

And as to Aïssa's smile the author refers to like this:

In the sombre beauty of her face that smile was like the first ray of light on a
stormy daybreak that darts evanescent and pale through the gloomy cloud: the
forerunner of sunrise and of thunder... (p.71)

By often using these enigmatic phrases, Conrad tried to make sentences magnificent grandeur. We can see them in this scene: Lingard is building a house with cards for Almayer's daughter, Nina, but at the moment Nina destroys the house by her puff. It can be said that the scene foretells that their hopeful future will soon be broken. The same example can be found in *Youth* (1898). In this case, Conrad referred to the ship abandoned by rats, which is well-known as the superstitious proverb in the maritime world.

The more he meets with Aïssa, the more he gets anxious and irritating as to what will happen to him next.

He was looking round for help. This silence, this immobility of his surroundings seemed to him a cold rebuke, a stern refusal, a cruel unconcern. There was no safety outside of himself — and in himself there was no refuge; there was only the image of that woman. He had a sudden moment of lucidity — of that cruel lucidity that comes once in life to the most benighted. He seemed to see what sent on within him, and was horrified at the strange sight. He, a white man whose worst fault till then had been a little want of judgement and too much confidence in the rectitude of his kind! That woman was a complete savage, and... He tried to tell himself that the thing was of no consequence. It was a vain efforts.

The novelty of the sensations he had never experienced before in the slightest degree, yet had despised on hearsay from his safe position of a civilized man, destroyed his courage. He was disappointed with himself. He seemed to be surrendering to a wild creature the unstained purity of his life, of his race, of his civilization. He had a notion of being lost amongst shapeless things that were dangerous and ghastly. He struggled with the sense of certain defeat — lost his footing — fell back into the darkness...

(pp.80-81)

Naturally Almayer hears the rumour about Willems's love with Aïssa. Besides, he detects why Willems got out of Hudig's to Sambir. Then his hatred for Willems grows to the highest. Conrad sets its climax at the end of Part II, Chapter I, with the word 'pig' to Willems by Nina.

There is one group privately interested in the enmity between these two white men. It is the group of the Arabs, who always seek for a chance of ruling Sambir. Among them we can find Babalatchi, who is already known as 'one-eyed old statesman' in *Almayer's Folly*. He, too, detects the hatred between Almayer and Willems, and Aïssa's indifference to her father.

Babalatchi tells his master, Abdulla, as follows:

“...There are two here. Two white men to fight one another...The downfall of an enemy is the consolation of the unfortunate... They are on every sea; only the wisdom of the Most High knows their number — but you shall know that some of them suffer... They shall, surely, die...” (p.103)

They intrigue the plan that they force Willems to confess the secret passage to Sambir by kidnapping his lover, Aïssa. And, in fact, they practice the plan. To kidnap Aïssa means the betray of his benefactor and the affection to the lover. As the result he dares to confess them the way to Sambir that is the most secret for Lingard.

Babalatchi's fatalism gave him only an insignificant relief in his suspense, because no fatalism can kill the thought for the disclosure of the immutable decrees of Heaven. Fatalism is born of the fear of failure, for we all believe that we carry success in our own hands, and we suspect that our hands are weak. Babalatchi looked at Willems and congratulated himself upon his ability to manage that white man. There was a pilot for Abdulla — a victim to appease Lingard's anger in case of any mishap. He would take good care to put him forward in everything. In any case let the white men fight it out amongst themselves. They were fools. He hated them — the strong fools — and knew that for his righteous wisdom was reserved the safe triumph. (p.126)

Babalatchi feels his own superiority to the civilized man when he trifles with a big stout man, Willems, who is one of the civilized. Here, Conrad thinks that what Babalatchi makes Willems torture is 'fatalism.' Generally, fatalism is negative and conceptional. From this point of view, he expresses Willems's degradations by the intrigue of some natives, pointing out the egotism and the fragility of the man who leaves alone among these uncivilized country. Willems remains worried about the degradation with the frustration which all the men usually tend to feel when they are in the same condition. Long after he confesses the secret passage to Abdulla, practicing upon his weakness, still he persuades Aïssa to get free from such a predicament (Sambir for him) to “Willems's own happiness — happiness meant money.” (p.142)

In spite of his ardent persuasion, she tries to get rid of him with “keeping her distance, her eyes on his face, watching on it the play of his doubts and of his hopes with a piercing gaze, that seemed to search out the innermost recesses of his thought.” (p.154)

It is needless to say that Conrad is the author who loves the sea, as is often seen in other novels. Moreover he describes the nature as if it were alive. He gives it life; Tom Lingard is brought up beside the sea; the Eastern mystery attracts Marlow (*Youth*). The same is true of the scene where Willems persuades Aïssa to go with him to the unknown freedom of the world. “The solitary exile of the forests” (p.154) that stands at the corner of the forest watches them, as if they were a man. In this way, by treating nature like man, he told his identification to the readers. This is one of his characteristic method.

Willems, who would not get familiar with Lingard, takes the same attitude toward Aïssa as the

one toward Lingard. Because she is a savage woman, he cannot but feel to despise her persistently in his mind:

...the impalpable; he fought with the shadows, with the darkness, with the silence. He fought without a sound, striking futile blows, dashing from side to side; obstinate, hopeless, and always beaten back; like a man bewitched within the invisible sweep of a magic circle. (p.157)

When we read Part III, we notice that his peculiar writing method that the narrator relates the plots is used to some degrees. It will develop to the other works such as *Youth*, *Heart of Darkness*, *Lord Jim*, and so on. Here Almayer tells Lingard about Willems's behaviour during his absence, but it is not so complete as 'narrator-system' as to be seen in the later works. By using this method, Conrad seems to have tried to get rid of the content of the story himself.

When Lingard hears everything from Almayer, he feels indignation against Willems who now is enchanted by Aïssa. Lingard now stands at the edge of disappointment with his protégé's betraying by confessing his secret passage to Sambir, 'Arcadia' being taken away by Arabs, and losing his own ship *Flash*. However common the degradations are, we must care that, while Willems falls into the degradation slowly, Lingard does with rapidity. Willems thinks that his degradation is caused by others. But Lingard worries about why his protégé betrays him. This is the difference in character between them. Lingard satisfies himself with forcing his good intention to achieve his 'principles'. When Lingard speaks with Almayer, there comes a blue-bottled-fly.

...Lingard struck at it with his hat. The fly swerved, and Almayer dodged his head out of the way. Then Lingard aimed another ineffectual blow; Almayer jumped up and waved his arms about. The fly buzzed desperately, and the vibration of minute wings sounded is the peace of the early morning like a far-off string orchestra accompanying the hollow, determined stamping of the two men, who, with heads thrown back and arms gyrating on high, or again bending low with infuriated lunges, were intent upon killing the intruder... (p.169)

Here, the author symbolized a blue-bottled-fly as Willems. So, at last, Lingard says to Almayer, "...The fellow isn't worth a shot, not the trouble of it..." Lingard has such an inconsistent nature that we find in him humanity. Giving an ambiguous description to his character, Conrad characterizes him as follows:

...When thinking of his rise in the world commander of ships, then shipowner, then a man of much capital, respected whenever he went, Lingard in a word, the Rajah Laut he was amazed and awed by his fate, that seemed to his ill-informed mind the most wonderous known in the annals of men. His experience appeared to him immense in a conclusive, teaching him the lesson of the simplicity of life. In life as in seamanship there were only two ways of doing a thing: the right way and the wrong way. Common sense and experience taught a man the way that was right. The other was for lubbers

and fools, and led, in seamanship, to loss of spars and sails or shipwreck; in life, to loss of money and consideration or to an unlucky knock on the head. He did not consider it his duty to be angry with rascals. He was only angry with things he could not understand, but for the weaknesses of humanity he could find a contemptuous tolerance. (pp.198-199)

Thus, making Lingard ideal, Conrad further states at the beginning of the Chapter IV, Part III:

...Consciously or unconsciously, men are proud of their firmness, steadfastness of purpose, directness of aim. They go straight towards their desire, to the accomplishment of virtue — sometimes of crime — in an uplifting persuasion of their firmness. They walk the road of life, the road fenced in by their tastes, prejudices, disdains or enthusiasms, generally honest, invariably stupid, and are proud of never losing their way. If they do stop, it is to look for a moment over the hedges that make them safe, to look at the misty valleys, at the distant peaks, at cliffs and morasses, at the dark forests painfully away, stumbling over the bones of the wise, over the unburied remains of their predecessors who died alone, in gloom in sunshine, halfway from anywhere. The man of purpose does not understand, and goes on full of contempt. He never loses his way. He knows where he is going and what he wants. Travelling on, he achieves great length without any breadth, and battered, besmirched, and weary, he touches the goal at last; he grasps the reward of his perseverance, of his virtue, of his healthy optimism; an untruthful tombstone over a dark and soon forgotten grave. (p.197)

Through Lingard whom Conrad created as the ideal man, he shows us the world ironically. And at its conclusion he tells us that during our life time man reaches only “an untruthful tombstone over a dark and soon forgotten grave” in the end. It seems that there is some prophetic taste in this statement.

As to his “flash-back” method, Albert J. Guerard commented relevantly and at this time he points the method used in *Almayer's Folly*, as follows:

...and they offer us the closest approach to Conrad's later impressionism: a panoramic survey covering a large tract of time, but constantly animated by vivid particulars. The flash-back comes to us not as the nominal recollection of one of the characters, and not as the orderly reconstruction of an omniscient author but, at its best, as the free wandering flow of an unidentified memory peaking in a personalized often ironic voice. (C.N. pp.76-77)

In Part IV, Lingard, guided by Babalatchi, meets Willems. Lingard is now so angry with Willems that Babalatchi tempts him to kill Willems. For all his suggestion, Lingard penetrates into Babalatchi's intention, and despersed him. On the other hand, Aïssa, who is falling in love with Willems, believes that Lingard must kill Willems, so that she asks him not to kill her lover. Although he pities her, he dares to meet Willems with some intention in his mind. When he sees Willems, he

feels angry with him, as follows:

...a crested wave running over the troubled shallows of the sands. Its roar filled his ears; a roar so powerful and distracting that, it seemed to him, his head must burst directly with the expanding volume of that sound... (p.259)

After such passion is over, he finds himself blowing Willems but the other, without resisting, says as follows:

As I said, I have always led a virtuous life. More so than Hudig — than you. Yes, than you. I drank a little, I played cards a little. Who doesn't? But I had principles from a boy. Yes, principles. Business is business, and I never was an ass. I never respected fools. They had to suffer for their folly when they dealt with me. The evil was in them, not in me. But as to principles, it's another matter. I kept clear of women. It's forbidden — I had no time — and I despised them. Now I hate them! (p.266)

In this statement, we find that Willems's secret principle is to "lead a virtuous life." In order to realize this hope, he clings to a big rope (which means Lingard in this case), but on the contrary, he fails to go on the "great road of life". He unconsciously confesses its cause in the above statements. At the same time this confession seems to be one of Conrad's view of the mind of the civilized man who is left alone among the barbarious circumstance. The murmuring of Mr. Vink about Willems (p. 10) is also solved from this confession. Then, his murmuring comes to the most suitable phrase to Willems's degradation of life. As Lingard lacks Mr. Vink's prediction, although he is generous, he is betrayed by Willems and at last he is obliged to say "you are my mistake." (p.257) Thus, it is needless to say that Lingard has no critical eye on Willems.

After that, Lingard leaves Willems on a desert island alone. But this time also, his wish that Willems may be alive ruins evanescently.

In this way, the plot at last goes on into the final part. Even if he disappears, Almayer is afraid that his fortunes shared by Lingard will be reduced, because his rival is still alive. Therefore, Almayer intrigues to drive Willems and his wife out of Sambir. He persuades Johanna to live with her husband. Willems, Aïssa and her mother who seem as if "shipwrecked people were left on an insecure and slipperly ledge by the retiring tide of an angry sea listening to its distant roar, living anguished between the menace of his return and the hopeless horror of their solitude — in the midst of a tempest of passion, of regret, of disgust, of desperation." (p.328) are deserted by Lingard. In front of them appears Johanna and startles them. Willems understands instantly that Almayer makes Johanna go to him there so that they may live together far from Sambir. And Willems intends to get away from his wife, and he assures that he can do so. By Aïssa's question "Who is she?" (p.355) his assurance begins to be ruined.

..."My wife," answered Willems, without looking up. "My wife according to our white law, which comes from God!" "Your law! Your God!" murmured Aïssa, contemptuously... "Your law...or your lies? What am I to believe? I came — I ran to

defend you when I saw the strange men. You lied to me with your lips, with your eyes. You crooked heart ! ...Ah !” she added, after an abrupt pause. “She is the first ! Am I then to be a slave ?” (p.355)

On hearing Willems's saying, she finds herself being deceived for the first time. And finally Aïssa shoots Willems with the pistol in her hand.

3

When Edward Garnett worked for Fisher Unwin as its expert “reader”, he first met Conrad. At that time Edward had finished reading *Almayer's Folly* which Conrad wrote for the first time in his novelist's life. Edward read it impressively and excitedly because of its exotic and mysterious flavour which was unique to English literature at that time. Although Mr. F. Unwin was usually reluctant to have the “readers” and a writer meet together, he encouraged to make the chance of their meeting in this case. The reason F. Unwin had been taking care of Conrad seems to be his literary popularity at that time. Richard Curl, for example, described him and his work as follows in 1914:

There is something exalted in Conrad's creations which will for ever keep them slightly apart from widespread sympathy. We must grasp that when comparing him with his contemporaries, some of whom have more than a touch of this intimate, universal appeal. In a sense it is easier to get *en rapport* with the people of Gissing or Bennett than with the people of Conrad. This is partly for two reasons. Firstly, they have a wider general interest, and secondly they lack just that touch of distinction which is inherent in the projections of a mind as subtly reserved as Conrad's. About all Conrad's works there is a kind of aristocratic flavour which has nothing directly to do with the work itself. Just consider the difference between his view of the East and Kipling's view. There is something sublime about one and something cockney about the other. Conrad is a philosopher and Kipling is an observer. Both have sanity (that uncommon possession), both know their subject, both show literary genius and yet no two men could be further apart. For Conrad has his eye upon destiny, whereas Kipling has his eye upon Simla society. (J.C.A.S. pp.13-14)

After the publication of *Almayer's Folly*, however, he voluntarily took them to such places as restaurants and some such places in order to have then exchange information about literature, their experiences, their views of life and so on. In those days Conrad had still some wish to go to sea and had been seeking for a job as a commander or a sea captain. It was Edward that caused Conrad to set out writing the second work, *An Outcast of the Islands*. Conrad wrote to his friends as follows:

The first time I saw Edward, I dare not open my mouth. I had gone to meet him to hear what he thought of *Almayer's Folly*. I saw a young man enter the room. ‘That cannot be Edward so young as that’, I thought. He began to talk. Oh yes! It was Edward. I had no longer doubt. But I was too frightened to speak. But this is what

I want to tell you, how he made me go on writing. If he had said to me, 'Why not go on writing?' I should have been paralysed. I could not have done it. But he said to me, 'You have written one book. It is very good. Why not *write another*? Do you see what a difference that made? Another? Yes, I would do that. I *could* do that. Many others I could not. Another I could. That is how Edward made me go on writing. That is what made me an author.'

(L.C. p. xi)

Edward's advice was so enthusiastic and struck Conrad's heart so strongly that he was at last fascinated and began the life as a writer. From then on they kept up their friendships as long as Conrad's death. According to Bernard C. Meyer, after the usual meeting Conrad took Garnett to his residence at Gillingham Street 17, London.

When, later that evening, I had recurred to the subject of *Almayer's Folly*. Conrad suddenly picked up the pile of MS. sheets from the little table and told me that he had embarked on a second book and that I should live to regret my responsibility for inciting him. This charming flattery was very characteristic of Conrad. Placing the MS. in my hands he retired behind the screen and left me to glance through the pages. By the time he had reappeared with a bottle of Benedictine I had been captivated by the brilliant opening of *An Outcast of the Islands*.

(L.C. p. xi)

Judging from the anecdote above, it is likely that Garnett's advice didn't fail to be one of the major reasons and strangely enough, as Meyer says, the date he started *An Outcast of the Islands* coincides with his marriage to Jessie George.

Of course, during these period, he was suffered the fit and bad health, which he believed had been caused during the days in the Congo, Africa. Every letter he sent to his aunt Marguerite Poradowska told his hardships in those days. And on May 2nd, 1895, he went to Champel near Geneva for hydrotherapy. Jocelyn Baines says that Jessie George had been employed by Conrad as a typist. If we take Conrad for Willems in the hero of *An Outcast of the Islands*, Jessie can be regarded as Aissa. In this point of view I agree with Meyer. He says as follows.

There are many other remarkable things that Conrad's real life can be seen in this fictional novel. For example, as Meyer says that Willems, the hero in this work is common to the author in the fact that they had been brought up without parents. Willems, after giving up the life on board, went to work at the Hudig's, while Conrad began to live as a novelist, though there's a little difference in their motives. As to their marriage also, we can find an interesting common fact: Willems gets married to a native girl, while Conrad's wife Jessie George came from a normal English family of seven children. He coped with this work with such difficulty in his bad health that his work couldn't be done promptly. This novel was written at Gillingham Street 17 and Ile Grande. At their new residence Meyer quoted Conrad's letter to Christopher Sanderman on March 14, 1917, which says "A dash of orientalism on white is very fascinating, at least for me, though I must say that the genuine Eastern had never the power to lead

me away from the path rectitude to any serious extent that is.” (J.C.P.B. p.112)

It is very interesting to compare the relationship between Willems and Afssa with those between the author of *An Outcast of the Islands* and his wife. As is mentioned before, the work started at the same time when Jessie George was introduced to Conrad as a typist. Meyer says about Conrad's new life as follows:

In the course of his proposal of marriage to Jessie George, which was as dismaying as it was abrupt, she later reported Conrad conveyed a similar forecast of his early destruction by informing her that he had not long to live an assertion for which there was not the least evidence. Following her acceptance, she noted on his face an expression of “acute suffering.” Suddenly he left her, hailed a passing cab, and, urging the driver on to greater speed, fled from her presence. During the next three days she did not hear from him, and when he finally saw her again he insisted that the marriage take place in less six weeks' time and that they go abroad to live. Just before the wedding he demanded that she burn all his letters in his presence. He was a half hour late in arriving for the ceremony which he postponed even longer by entering into an argument with the cab driver. On their wedding night he kept her up to pack and to address the wedding announcements until two in the morning, and he then insisted upon going into the street to mail them. Early the next morning, on bidding farewell to her mother at the station, Mrs. Conrad was under “the strictest orders that there should be no tears or display of emotion.” On the channel crossing to Brittany the former Captain Korzeniowski was seasick. (J.C.P.B. pp.117-118)

This story consists of five parts. As to Part V, which is the last part and is described the scene of Willems's death, Conrad wrote to his friend Edward Garnett on 24th of September in 1895 as follows:

In the treatment to the last scene I want to convey the kind of placidity that is caused by extreme surprise. You must not forget that they are all immensely amazed. That's why they are so quiet...That's why I put in the quiet morning the immobility of surrounding matter emphasized only by the flutter of small birds. (L.C. p.16)

Though this desire of his is not so effective as he thought, this letter is very remarkable, and we seldom experience this sort of stillness when reading any other English novel. We have never seen such a characteristic confession at least. As to the significance of this story Leo Gurko says as follows:

It allowed him to study in a coherent way and at close range not only the problems of his second novel but the directions of his own temperament. The formless drift of *Almayer's Folly* was now sharply arrested, and the movement toward a unifying center set into motion. Henceforth, the separate parts of his fiction were to work together

with an intimacy that, more than anything else, bespeaks the decisive role played by *An Outcast* in the formulation of Conrad's art.

One would never suspect from reading Conrad's letters at this time that there was any advance at all in his technical power. Or an advance of any kind. He is anxiously busy making derogatory or self-deprecating remarks about his work... (*J.C.G.E.* p.63)

As these critics suggest, most of his literary elements come to be true and effect on his later novels greatly in writing method, in the form of expression and in describing of characters. However imperfect these elements may be, we can regard them as one of the accomplished Conradesque style. Conrad, by *An Outcast of the Islands*, established his personal and basic conception toward English literature.

ABBREVIATIONS

- J.C.A.S.* : *Joseph Conrad A Study*
L.C. : *Letters from Conrad 1895 to 1924*
J.C.P.B. : *Joseph Conrad A Psychoanalytic Biography*
J.C.G.E. : *Joseph Conrad Giant in Exile*
C.N. : *Conrad the Novelist*

The pages with no book title are from *An Outcast of the Islands*.

REFERENCES

- Joseph Conrad : *An Outcast of the Islands*
 J.M.Dent and Sons, London, 1949.
 Richard Curle : *Joseph Conrad A Study*
 Garne City, Boubleday, Page & Company, 1914. pp.235-245
 Edward Garnett ed., : *Letters from Conrad 1895 to 1924*
 The Nonesuch Press 16 great James Street, Bloomsbury, W.C. 1928. p.335
 Bernard Meyer M.D. : *Joseph Conrad A Psychoanalytic Biography*
 Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 1967. pp.362-396
 Leo Gurko : *Joseph Conrad Giant in Exile*
 MacMillan Company New York, 1962. p.251-258
 Albert J. Guerard : *Conrad the Novelist*
 Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1966. pp.303-322

句動詞の指導に関する一考察

(一般科目) 川 尻 武 信

A Study of the Teaching of Phrasal Verbs

Takenobu KAWAJIRI

This paper discusses the teaching of phrasal verbs. The first section attempts to define phrasal verbs. In the second section we described the significance of the teaching of phrasal verbs and some problems involved in their teaching. The last section makes some points concerning the more efficient teaching.

はじめに

句動詞の重要さは否定されないだろうが、その体系的な指導に関して十分な検討がなされていないようである。本論では、句動詞とは何かをまず考え、つぎに、その指導上の留意点を述べている。

§1. 句動詞とは

句動詞は、色々な名前で呼ばれてきている。たとえば、二語動詞 (two-word verb)、群動詞 (group verb)、動詞副詞結合 (verb-adverb combination)、動詞不変化詞結合 (verb-particle combination) などがある。それぞれの意味領域は重なっているが、完全に一致していない。本論では、句動詞 (phrasal verb) を使用する。

句動詞に対して様々な名称がつけられているのと同様に、句動詞とは何かの問題に関していくつかの解釈がされている。たとえば、大塚(1970)は、3通りの解釈を述べている。ひとつは、動詞と副詞の結合であり、ふたつめは、助動詞と動詞の結合であり、単一動詞 (simple verb) に対する。もうひとつは、double-park のように構成要素をハイフンで結合する複合動詞をいう。

ここで取り上げるのは第1番目の動詞と副詞の結合である。しかし、この結合について検討する前にもう一度、用語について考えておく。それは、副詞と前置詞と不変化詞の三つの語の関係である。それぞれ三つが相互に対立するとみる立場もあるが、¹⁾ここでは、副詞と前置詞の両方を含んだものが不変化詞と考え、句動詞を動詞と副詞の結合だけでなく動詞と前置詞との結合も含めることにする。よって、本論では句動詞を、動詞と一つまたはいくつかの不変化詞の結合と考える。

動詞と不変化詞の結合を分類する際、二つの基準が考えられる。ひとつは、副詞と前置詞を区別することであり、もうひとつは、慣用句 (idiom) という観点である。

1) 嶋田(1985)を参照。

副詞と前置詞を区別するには、次のようなことが考えられる (パーマー: 1972)。

①名詞を主要語とする名詞句の場合、前置詞はその前のみ起こり、副詞はその前後いずれにでも起こる。

例: He *ran up* a hill. *He *ran* a hill *up*.

He *ran up* a bill. He *ran* a bill *up*.

②代名詞から成る名詞句がある場合、前置詞はその前に来て、副詞はその後に来る。

例: He *ran up* it. [a hill]

He *ran* it *up*. [a bill]

③文尾の位置では、前置詞は強勢を持たないが、副詞は常に強勢を持つ。

例: The hills I `ran up.

The bills I ran `up.

上に述べた副詞と前置詞の区別によって句動詞を以下のように4つに分けられる (Alexander: 1988)。

①動詞+前置詞 (他動詞的), ②動詞+副詞 (他動詞的), ③動詞+副詞 (自動詞的), ④動詞+副詞+前置詞 (他動詞的)。

さらに、句動詞の意味が動詞と不変化詞のそれぞれの意味から理解できる場合 (非慣用的) と、そうでない場合 (慣用的) とに分けることにより、上述の分類をさらに下位分類できる。2つの基準をもとに句動詞を分類すると次のようになる。

例は、Alexander (1988) を使用する。

①動詞+前置詞 (他動詞的)

①a 非慣用的 (例: fight against)

①b 慣用的 (例: get over [an illness])

②動詞+副詞 (他動詞的)

②a 非慣用的 (例: write down)

②b 慣用的 (例: bring up [the children])

③動詞+副詞 (自動詞的)

③a 非慣用的 (例: sit down)

③b 慣用的 (例: come about=happen)

④動詞+副詞+前置詞 (他動詞的)

④a 非慣用的 (例: walk up to)

④b 慣用的 (例: put up with=tolerate)

①の動詞と前置詞が慣用的な結合を、前置詞付動詞 (prepositional verb) と呼び、④の慣用的な結合を前置詞付句動詞 (phrasal prepositional verb) と呼ぶ。また、句動詞を狭義に考えると、②と③の動詞と副詞の慣用的結合をさすことになる。

§ 2. 句動詞の指導の意義および困難さ

Oxford Dictionary of Current Idiomatic English Vol. 1 (1975) によると、母国語話者なみの英語力を示す一つの目安として、様々な慣用表現に精通し、適切に使用できることがある。句動詞は、慣用表現の一つであるから上級レベルの学習者にとって特に大切な学習項目になろう。

また、話し言葉に対する関心が高まるにつれて句動詞の重要性が増してくる。句動詞は、一般的に口語体の表現であり書き言葉より話し言葉によく見られる。*Dictionary of English Phrasal Verbs and their Idioms* (1974) によれば、句動詞は、日常の会話に用いられ、生き生きとした表現として使用されている。さらに、日常会話だけでなく科学や工学の分野などにおいても広く使用されている。

2) Kafuza (1984) を参照。

しかし、句動詞を学ぶ際、学習者はいくつかの困難さを感じる。この点に関して、Side(1990)は、

- ①動詞と不変化詞との組み合わせが多いこと。
- ②一つの句動詞に対して様々な意味があること。
- ③慣用的な句動詞の意味は、動詞と不変化詞のそれぞれの意味を組み合わせたものでないこと。
- ④句動詞の意味を教えるとき別の一語で置き換えることがよく行われるが、その際に句動詞でなく置き換えた語を覚えて使用する傾向があること。
- ⑤句動詞は、自動詞的用法か他動詞的用法なのか、また、後者の場合、不変化詞が動詞から離れるのかそうでないのかの問題があり、学習者が混乱すること。

など8点をあげている。

§ 3. 句動詞を指導する際の留意点

話し言葉でよく使用される句動詞を指導することに異論はないであろう。しかし、いままで句動詞の系統的な指導について十分な検討がなされていない。そこで、まず、どのくらいの数の句動詞をどのように指導するか明らかにする必要がある。

教授すべき句動詞の選定に関して、まず量的な問題がある。日常会話で使用されるのは少なくとも700であるとか、3,000であるとか言われている(Cornell: 1985)。このように量的なとらえかたに相違がある。また、多義である句動詞の場合どの意味を教えるべきか問題となる。科学的なデータが十分でない現在、いずれの問題も教授者が決定することになる。さらに、句動詞の指導を受容段階までにとどめておくのか、それとも発表段階まで習熟させるのかの区別をする必要がある。

句動詞を教えるとき、句動詞だけを提示するのではなく、コンテキストの中で指導するとよい。こうすることにより、学習者は、句動詞の意味や文法的特性などを理解しやすくなる。句動詞の使用範囲やていねいさの程度なども理解させるとよい。

句動詞を提示する際、対立する動詞と不変化詞や関連しあう動詞と不変化詞を対比させ、学習者に印象づけるとよい。いくつかの具体例を以下に示す。

- ①動詞は同一であるが不変化詞が異なるペアーの場合

count in \longleftrightarrow count out

play up \longleftrightarrow play down

(梅原・モウ: 1985)

- ②動詞が異なるが不変化詞が同一のペアーの場合

agree with \longleftrightarrow disagree with

hand over \longleftrightarrow take over

(同上)

- ③不変化詞を目的語の後に置くことができる句動詞とそうでない句動詞の場合

He looks like his father.

He called up his friend.

(Politzer and Politzer: 1972)

このほかに、show up と turn up, get at と drive at のように同意表現を同時に示したり、put on, have on, try on を並べて示すことにより、³⁾一見規則性のないように思われる句動詞を整理して記憶させることができる。

既習の句動詞を学習者に整理させる方法の一つとして、動詞を中心にしてまとめさせることがある。たとえば、学習者に look の項を辞書で調べさせ、既習の句動詞とその例文を書き出させることが考

3) 梅原・モウ(1985)を参照。

えられる。この方法に否定的な Side(1990)は、学習者に句動詞の規則性を理解させずに句動詞をただ記憶させることだけになると述べ、不変化詞を中心にしてまとめることを勧めている。

不変化詞に着目した場合、まず不変化詞の基本的な意味を教え、そのあとに意味の広がりを出すことになる。たとえば、鳴田(1985)の例を使うと off は次のようになる。基本的な意味は、ある物の一部分や接触しているものを離すことである。off の意味を11項目に分けている。

- ①「分離」(blow off)
- ②「離れて行く」「去る」(make off)
- ③「寄せ付けない」(frighten off)
- ④「脱ぐ」(kick off)
- ⑤「仕切る」(block off)
- ⑥「(スイッチを)切る」「(ガス・水)を止める」(turn off)
- ⑦「減少する」(tail off)
- ⑧「完全に無くす」(clear off)
- ⑨「急いで書き上げる」(dash off)
- ⑩「爆発・発砲・混乱などを引き起こす」(go off)
- ⑪「休みで」「勤務を終えて」他動詞の場合時を表わす目的語をとり、off は後置される(have off)

動詞よりも不変化詞に着目して句動詞を整理することがより体系的なまとめになる。しかし、不変化詞の基本的な意味のとらえかたに違いがあるだろうし、また、不変化詞の意味項目をいくつにするかについても様々な意見がでてくるであろう。さらに、イディオム性の高い句動詞は、設定した意味項目に入れられない場合も出てくるであろう。たとえば、show off の off は、上述のどの意味項目にも入りにくい。それ故、教授者は、学習者や学習状況に応じていずれかの方法をとればよい。学習者に句動詞を整理するノートもしくはノートの余白を作らせておくことを勧めるとよい。

句動詞の意味を教える際、put up with = tolerate のように句動詞を他の語に置き換えることがよく行われる。前述したように、学習者が、置き換えた語だけを覚えることのないように留意しなければならない。さらに重要なことは、句動詞と置き換えた語との間に意味的なずれや文法的特性の違いが生じているのを学習者に理解させることである。Cornell(1985)によると、run down は criticize とちがって建設的な意見を含まないし、hold with (=agree with) は通例否定文で用い受動態の文で使用できない。ただ置き換えるだけでなく、置き換えた語との対比によって句動詞の意味や用法をより明確にさせることが大切である。時間的余裕があれば、前述の *Oxford Dictionary of Current Idiomatic English Vol. 1* (1975) や *Longman Dictionary of Phrasal Verbs* (1983) などを引かせ、句動詞の意味や用法を調べさせるとよい。

おわりに

句動詞を指導するためには、上級レベルのみの指導では不十分である。初級・中級レベルでも指導する必要があり、句動詞の段階的指導が大切になってくる。このために、基本語の選定と同様に「基本」句動詞の選定や重要度に応じた句動詞のランク付けが必要であろう。

References

- Alexander, L. G. (1988) *Longman English Grammar*, Longman Group UK Limited.
 Cornell, Alan (1985) "Realistic Goals in Teaching and Learning Phrasal Verbs," *IRAL*, 23, 4, 269-280.
 Courtney, Rosemary (1983) *Longman Dictionary of Phrasal Verbs*, Longman Group Limited.

ed.

Cowie, A. P., and R. Mackin (1975) *Oxford Dictionary of Current Idiomatic English Vol. 1: Verbs with Prepositions and Particles*, Oxford University Press.

Kałuża, Henryk (1984) "English Verbs with Prepositions and Particles," *IRAL*, 22, 2, 109-113.

McArthur, Tom, and Atkins Beryl (1974) *Dictionary of English Phrasal Verbs and their Idioms*, Collins.

Politzer, Robert L., and Frieda N. Politzer (1972) *Teaching English as a Second Language*, Xerox College Publishing.

Side, Richard (1990) "Phrasal Verbs: sorting them out," *ELTJ*, 44, 2, 144-152.

大塚高信編(1970)『新英文法辞典』改訂増補版 三省堂。

パーマー F. R. (1972)『英語動詞の言語学的研究』(安藤貞雄訳) 大修館書店。

嶋田裕司(1985)『句動詞』新英文法選書 第5巻 大修館書店。

梅原敏弘・リチャード A. モウ(1985)『二語動詞の表現と演習』 松柏社。

(平成2年10月15日受付)

ネオングロー放電陽光柱プラズマに及ぼす 光励起の影響

(電気工学科)

山 崎

勉

The influence of the optical excitation on the positive column plasma of a neon glow discharge

Tsutomu YAMAZAKI

Theoretical analysis of the positive column plasma of neon glow discharge is reported. Simulations are carried out as follows. Firstly electron energy distribution functions are calculated from the Boltzmann transport equation, taking account of elastic collision, direct excitation and direct ionization under an uniform electric field. Secondly the population densities are calculated solving the rate equations of five level model, including $1s_5$, $1s_4$, $1s_3$, $1s_2$ (Paschen notation) and ionized neon atoms. Finally with these quantities, the influence of the optical excitation from $1s_i$ to $2p_j$ level on the discharge properties of a positive column plasma is investigated theoretically. Obtained results showed that increasing the number of optical excitations the discharge current decreased linearly in the case of relatively high current, 264 mA. On the contrary in the low current region about 1.11 mA, current increased when increasing the optical excitations.

§1 まえがき

グロー放電陽光柱の解析法としてボルツマン方程式と粒子数平衡式(レート方程式)を用いる方法が、近年定着してきた⁽¹⁾。また、放電維持機構の中核をなす陰極降下領域の陰極暗部や負グローに対しても、同様の解析法が適用されるようになった⁽²⁾。すなわち、ボルツマン方程式またはモンテカルロ法により電子エネルギー分布関数を算出し、それに粒子数平衡式を組合わせて占有密度やプラズマ密度を求め、放電特性を解析する。これは計算技術の進歩とともに、解析に必要な各種の衝突断面積などのデータの量の増加等によるところが大きい。

このように低気圧放電プラズマの理論的解析がさかんに行なわれるようになった。一方では実験的な検証も急速な展開をみせている。実験技術の進歩面ではレーザー技術の利用が注目される。オプトガバナノ効果⁽³⁾やレーザー誘起蛍光法(LIF法)⁽⁴⁾などの利用により、多数の素過程が複雑にからみあった放電励起機構の中の特定の素過程の診断が可能になりつつある。定量的に正確な素過程の診断を行うには、実験結果の理論的・定量的説明が重要である。そのためには、比較的簡単なモデルで正し

く現象を説明できる事が大切であると考えられる。

さて、以前ヘリウム⁽⁵⁾とアルゴン⁽⁶⁾の陽光柱プラズマの解析結果について報告した。今回、ネオンのグロー放電陽光柱の場合について同様の解析を行なったのでここに報告する。また、求めた放電の静特性に対し、外部からの入射光による光励起がある場合の放電特性の変化についての検討結果も同時に示した。

2 ネオングロー放電陽光柱の解析

低気圧・小電流のグロー放電陽光柱では粒子間の衝突が多くないため熱平衡状態に達していない。そのため放電に加えられた電界による外力は電子に集中し、電子は大きなエネルギーを得る。そして電子のエネルギー分布関数は熱平衡時におけるマクスウェル分布とは異なるが、その平衡からのずれがあまり大きくない場合ボルツマン輸送方程式より電子エネルギー分布関数を求める事が行なわれている。

得られた電子エネルギー分布関数より、各種の電子輸送係数を求め実験値と比較し、その妥当性を検証することが行なわれる。

次に、得られた輸送係数を用い、粒子数平衡式から電子やイオンの密度、励起原子の占有密度等を計算するとともに、これらの値から放電特性を求めることにより解析を進めてゆく。

2.1 電子エネルギー分布関数

円筒形の陽光柱プラズマの軸方向に一樣電界 E があると仮定し、径方向については考えない。衝突は電子と基底状態にある原子の間でおこり、弾性衝突・直接励起・直接電離を考える。励起原子と電子との衝突励起・電離は直接励起等に比べ少ないものと考え省略する。また、電子衝突電離により発生した電子や励起原子同志の衝突により発生した電子、荷電粒子間の衝突はその量が小さいとして省略した。以上の条件より定常状態における電子エネルギー分布関数 $f(u)$ は、電子エネルギー u を用いて、次のボルツマン方程式より計算される。

$$-\frac{1}{3\sqrt{u}} \frac{d}{du} \left(\frac{E^2 u}{N_g Q_i} \frac{df}{du} \right) = \frac{1}{\sqrt{u}} \frac{d}{du} (\delta N_g Q_d u^2 f) + N_g \sum_{ex, i} (Q_i(u+u_i) \sqrt{u+u_i} f(u+u_i) - Q_i(u) \sqrt{u} f(u))$$

ここで、 N_g は気体分子密度、 δ は弾性衝突による損失係数でネオンと電子の質量をそれぞれ M , m とすると $\delta = 2m/M \approx 5.4371 \times 10^{-5}$ となる。

Q_d は弾性衝突の衝突断面積で次の値を用いた⁽⁷⁾。単位は $[\text{\AA}^2]$ 、以下同じ。

$$Q_d = 1.51 \frac{u^{1/3}}{1 + (u/40)^{1.4}}$$

また Q_i は全励起断面積 Q_{ex} と全電離断面積 Q_{ei} を考え、励起のエネルギー閾値 $u_{ex} = 16.619 \text{ eV}$ 、電離のそれ $u_i = 21.56 \text{ eV}$ とし次式で表わした⁽⁷⁾。

$$Q_{ex} = \frac{3.384}{u} \ln [1 + (0.1 + 0.009(u - 16.5)^2) u / 12] \quad u \geq u_{ex}$$

$$Q_{ei} = \frac{70.6}{u} \ln [1 + 0.000188(u - 21.6) u] \quad u \geq u_i$$

なお、ボルツマン方程式左辺の Q_i は全衝突断面積で $Q_i = Q_a + Q_{ex} + Q_i$ である。
この二階微分方程式をルンゲ・クッタ・ニストレーム法にて数値解析を行ない電子エネルギー分布関数を求めた。計算はエネルギー刻み幅 $h = 0.025 \text{ eV}$ とし、高エネルギー側から計算を進め規格化条件のもと、平均エネルギー $\langle u \rangle$ がほぼ一定（変化分 5×10^{-6} 以下）になるまでくり返し計算をした。なお高エネルギー側の上限は $f(u) = 0.5 \times 10^{-16}$ とした。

$$\langle u \rangle = \int_0^\infty u f(u) \sqrt{u} du, \quad \int_0^\infty f(u) \sqrt{u} du = 1$$

2.2 粒子数平衡式

半径 R 、長さ L の円筒形陽光柱プラズマの軸上での粒子の連続式を考える。軸方向には陽光柱内一様とし、径方向については一般によく使われている粒子密度分布に J_0 分布（零次のベッセル関数）を採用した。これにより軸上での径方向の不均一性は、径方向損失項として表現できる。

占有密度の計算に用いたエネルギー準位図を図1に示す。基底準位に最も近い4つの $3s$ 準位と電子またはイオン密度に対し粒子数平衡式を表わし、連立方程式として解く。光励起を考えるため、 $3s$ 準位のすぐ上にある10この準位からなる p 準位も考慮した⁽⁸⁾。 $3s$ 準位は $3s[3/2]_2$ および $3s'[1/2]_1$ で構成され、パッシュェン記法を用いるとそれぞれ $1s_5, 1s_4, 1s_3, 1s_2$ で表わされる。エネルギー準位で基底状態に近い側から $1s_5, 1s_4, 1s_3, 1s_2$ となる。また $3p$ 準位についてもパッシュェン記法にてエネルギー準位の低い側から $2p_{10}, 2p_9, \dots, 2p_1$ で表わされる。 $3s$ 準位および $3p$ 準位の占有密度を代表してそれぞれ N_s, N_p で表わす。

さて、電子密度 N_e はイオン密度とほぼ等しく（準中性）、電子の発生項は直接電離の他に $3s$ 準位からの累積電離、および $3s$ 準位同志の衝突による電離の項を考えた。一方消滅項としては径方向の拡散による損失のみを考える。密度の時間変化 $dN/dt = \dot{N}$ と記述すると次式が得られる。

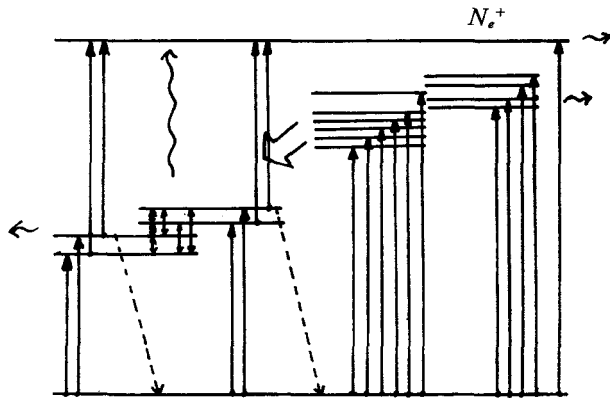


図1 エネルギー準位モデル

基底準位に近い側から順に $1s_5, 1s_4, 1s_3, 1s_2$ の4つの準位と電離したネオン、原子イオンに対し粒子数平衡式を解く。一方、光学遷移による $2p_{10}, 2p_9, \dots, 2p_1$ からの遷移も考慮に入れた。

実線は電子衝突による、波線は原子同志の衝突と径方向損失を示す。破線は共鳴放射。

$$\dot{N}_s = Z_{si} N_i N_s + \sum_j Z_{sj} N_j N_s + \alpha_p (\sum_j N_j)^2 / 2 - D_s N_s / A^2$$

ここで、 Z_{ij} は i 準位から j 準位への電子衝突確率を示し、電子エネルギー分布関数を用い次式より計算する。

$$Z_{ij} = \sqrt{\frac{2e}{m}} \int_0^\infty Q_{ij}(u) \sqrt{u} f(u) \sqrt{u} du$$

e は電子の電荷、 Q_{ij} は i 準位から j 準位への電子衝突励起の衝突断面積である。また、 D_s は両極性拡散係数で、 A はその特性長でプラズマ形状に関係して定まる。

$$D_s = b_i \frac{D_e}{b_e} \quad \frac{1}{A^2} = \left(\frac{2.4048}{R} \right)^2 + \left(\frac{\pi}{L} \right)^2 \quad \pi: \text{円周率}$$

b_i はイオンの移動度でフロスト効果を考え次式で表わした。⁽⁹⁾

$$b_i = 3500 / \sqrt{1 + 0.040 (E/p)} \quad [\text{cm}^2/\text{Vs}]$$

p は気圧 [Torr, 1 Torr \approx 133 Pa] で、0℃にて $N_g \approx 3.536 \times 10^{16} \cdot p [\text{cm}^{-3}]$ となる。また D_s 、 b_e は電子の拡散係数・移動度で電子エネルギー分布関数より次式で求まる。

$$D_s = \frac{1}{3} \sqrt{\frac{2e}{m}} \int_0^\infty \frac{u}{N_g Q_t} f(u) du, \quad b_e = \frac{1}{3} \sqrt{\frac{2e}{m}} \int_0^\infty \frac{u}{N_g Q_t} \frac{df}{du} du = \frac{v_d}{E}$$

v_d は移動速度である。

次に $3s$ 準位の励起原子同志の衝突電離の反応速度 α_p は、衝突断面積 σ_p と熱運動相対速度により次のように表わされる。分子温度を T として、ボルツマン定数 k とすると

$$\alpha_p = \sigma_p \sqrt{\frac{16kT}{\pi M}}$$

で表わされ、 $\sigma_p = 110 [\text{\AA}^2]$ であることが報告されている。⁽¹⁰⁾

次に $3p$ 準位については、電子衝突による基底準位からの励起と自然放射による $3s$ 準位への遷移および径方向への拡散損失を考える。

$$\dot{N}_p = Z_{gp} N_g N_p - \sum_j A_{pj} N_p - D_{ex} N_p / A^2 \quad p = 1, \dots, 10$$

励起原子の拡散係数はすべて同じ値を用い、準安定原子に対する測定値 $D_{ex} p = 136 (T/300)^{(11)}$ [$\text{cm}^2 \text{s}^{-1}$] とした。自然放射の遷移確率 A_{ps} は後に示す(表2)。⁽⁸⁾

$3s$ 準位の発生項は、電子衝突による直接励起、 $3p$ 準位からの放射遷移および他の $3s$ 準位にある励起原子と電子の衝突による項を考えた。一方消滅項は累積電離、 $3s$ 同志の衝突電離、 $3s$ 準位間の電子衝突による遷移および拡散損失である。4つの $3s$ 準位のうち $1s_2$ と $1s_4$ は共鳴準位で基底準位へ光学遷移が可能でありそのための消滅項が加わる。

$$\begin{aligned} \dot{N}_s = & Z_{gs} N_g N_s + \sum_p A_{ps} N_p + \sum_j Z_{sj} N_j N_s - Z_{si} N_i N_s - \alpha_p N_s \sum_j N_j / 2 - \sum_j Z_{sj} N_j N_s \\ & - D_{ex} N_s / A^2 - A_{ss} N_s \quad s = 1, \dots, 4 \end{aligned}$$

以上の粒子数平衡式を定常状態 $\dot{N} = 0$ として解くことにより占有密度が得られる。 N_p の式に着目す

ると、電子密度 N_e の関数として次のように表わされる。

$$N_p = Z_{gp} N_g N_e / (\sum_s A_{ps} + D_{ex}/A^2)$$

これを N_e の式に代入して得られる 4 つの式と電子に対する式の 5 つが得られる。5 つの密度に対する連立二次方程式の解を求める事に帰着できる。数値の大きさをそろえ、計算を容易にするため次の変数を導入し、5 つの式を整理する。 N_e , $1s_5$, $1s_4$, $1s_3$, $1s_2$ の各密度を基底準位の密度 N_g で割り、 $x_1 = N_e/N_g$, $x_2 = N_5(1s_5)/N_g$, $x_3 = N_5(1s_4)/N_g$, $x_4 = N_5(1s_3)/N_g$, $x_5 = N_5(1s_2)/N_g$ とする。

表 1 各種衝突断面積の係数

下準位・上準位	励起エネルギー(X)	Q_0 [\AA^2]	l	m	n	関 値	g_l/g_u
基底・ $1s_5$	16.619	0.0366	1	1	1	Xと同じ	1
"・ $1s_4$	16.671	0.075	0.75	1	2	"	"
"・ $1s_3$	16.716	0.0074	1	1	1	"	"
"・ $1s_2$	16.848	0.125	0.75	1	2	"	"
"・ $2p_{10}$	18.382	0.0051	0.75	1	1.5	"	"
"・ $2p_9$	18.556	0.0119	"	"	"	"	"
"・ $2p_8$	18.576	0.0085	"	"	"	"	"
"・ $2p_7$	18.613	0.0051	"	"	"	"	"
"・ $2p_6$	18.637	0.0085	"	"	"	"	"
"・ $2p_5$	18.694	0.0051	"	"	"	"	"
"・ $2p_4$	18.701	0.0085	"	"	"	"	"
"・ $2p_3$	18.712	0.0017	"	"	"	"	"
"・ $2p_2$	18.727	0.0051	"	"	"	"	"
"・ $2p_1$	18.966	0.0017	"	"	"	"	"
$1s_5$ ・電離	4.945	5.5	"	"	"	"	"
$1s_4$ ・"	4.895	5.5	"	"	"	"	"
$1s_3$ ・"	4.845	5.5	"	"	"	"	"
$1s_2$ ・"	4.715	5.5	"	"	"	"	"
$1s_5$ ・ $1s_4$	0.0517	60.8	1	1	1	X	1
"・ $1s_3$	0.0963	17.5	"	"	"	X	1
"・ $1s_2$	0.229	3.1	"	"	"	X	1
$1s_4$ ・ $1s_5$	0.0517	60.8	"	"	"	0	5/3
"・ $1s_3$	0.0446	9.2	"	"	"	X	1
"・ $1s_2$	0.1773	5.2	"	"	"	X	1
$1s_3$ ・ $1s_5$	0.0963	17.5	"	"	"	0	5/1
"・ $1s_4$	0.0446	9.2	"	"	"	0	3/1
"・ $1s_2$	0.1327	9.2	"	"	"	X	1
$1s_2$ ・ $1s_5$	0.229	3.1	"	"	"	0	5/3
"・ $1s_4$	0.1773	5.2	"	"	"	0	3/3
"・ $1s_3$	0.1327	9.2	"	"	"	0	1/3

$$\begin{cases}
 Z_{g1} N_g x_1 + \sum_{s=2}^5 Z_{s1} N_g x_s x_1 + \alpha_p N_g (\sum_{s=2}^5 x_s)^2 / 2 - D_e x_1 / A^2 = 0 \\
 Z_{gs} N_g x_1 + \sum_p A_{ps} Z_{gp} N_g x_1 / (\sum_s A_{ps} + D_{ex} / A^2) + \sum_{s' \neq s} Z_{s's} N_g x_{s'} x_1 \\
 \quad - Z_{s1} N_g x_s x_1 - \alpha_p N_g x_s \sum_{s'=2}^5 x_{s'} / 2 - \sum_{s'} Z_{ss'} N_g x_s x_{s'} - D_{ex} x_s / A^2 = 0 \quad s=2, 4 \\
 Z_{gs} N_g x_1 + \sum_p A_{ps} Z_{gp} N_g x_1 / (\sum_s A_{ps} + D_{ex} / A^2) + \sum_{s' \neq s} Z_{s's} N_g x_{s'} x_1 \\
 \quad - Z_{s1} N_g x_s x_1 - \alpha_p N_g x_s \sum_{s'=2}^5 x_{s'} / 2 - \sum_{s'} Z_{ss'} N_g x_s x_{s'} - D_{ex} x_s / A^2 - A_{sg} x_s = 0 \quad s=3, 5
 \end{cases}$$

以上の5元連立二次方程式をニュートンラプソン法にて解析し、 $|dx/x| < 5.0 \times 10^{-5}$ の収束条件でくり返し計算を行なった。

2.3 衝突断面積とその他の係数

電子衝突による励起断面積は次の式を用いた。励起準位のエネルギー $X[\text{eV}]$ とすると⁽¹⁾

$$Q_X(u) = Q_0 \left(\frac{X}{u} \right)^l \left(1 - \left(\frac{X}{u} \right)^m \right)^n \cdot \left(1 + \frac{mn}{l} \right)^{\frac{l}{m} + n} \left(\frac{l}{mn} \right)^n$$

また超弾性衝突に対して、詳細つりあいの原理より、上準位、下準位の統計重率を g_u, g_l として

$$Q_{-X}(u) = \frac{g_l}{g_u} \cdot \frac{u+X}{u} Q_X(u+X)$$

で表わされる。粒子数平衡式の計算に用いた衝突断面積の各係数の値を表1に示す。なお、直接電離は電子エネルギー分布関数の計算と同じ式を使用した。⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾

3p準位から3s準位への遷移確率を表2に示す。単位は 10^6s^{-1} で、上側に波長を示す $[\text{\AA}]$ 。⁽⁸⁾

表2 3p-3sの遷移確率 [2p→1s パッシェン記法]

	2p ₁₀	2p ₉	2p ₈	2p ₇	2p ₆	2p ₅	2p ₄	2p ₃	2p ₂	2p ₁
1s ₅	7032 26	6402.2 51	6334 18	6217 6	6143 29	5976 3.7	5945 12	— —	5881.9 11.4	— —
1s ₄	7245 9.8	— —	6507 30	6383 32	6306 4.1	6128 0.68	6096 18	6074 57	6030 5.5	5400.6 0.9
1s ₃	7439 2.4	— —	— —	6533 10	— —	6266 25	— —	— —	6164 14.5	— —
1s ₂	8082 0.12	— —	7174 3	7024 1.9	6929 18	6717 23	6678 25	6652 0.8	6599 23	5852.5 69

3s から基底準位へ遷移する共鳴線は、共鳴吸収があるため一部はプラズマ内に捕捉される。⁽¹⁴⁾

$$A_{2g} = 40 \times 10^6 \cdot 0.105 \sqrt{\lambda R/p} \quad \lambda = 743.27 \text{\AA}$$

$$A_{\nu} = 620 \times 10^6 \cdot 0.105 \sqrt{\lambda R/p} \quad \lambda = 755.90 \text{ \AA}$$

以上の各輸送係数により粒子数平衡式のすべての係数が定まる。今回の計算では放電の気体圧力 p 、気体分子温度 $T=330\text{K}$ 、電界 E を与え、放電管半径 $R=1.0\text{ cm}$ 、長さ $L=100\text{ cm}$ として上述の各量が求まる。これらの値より放電電流が次式により計算できる。

$$I_d = ev_d \int_0^R N_e(0) J_0 \left(2.4048 \frac{r}{R} \right) 2\pi r dr = e N_e v_d 1.3564 \times R^2 \quad [\text{A}]$$

また、単位体積より放出される光量子数は $A_{\nu} N_p$ で与えられる。

§3 計算結果とその検討

電子エネルギー分布関数の計算結果を図2に示す。累積電離・励起や原子同志の衝突による電子発生項を考えていないため、電子エネルギー分布関数は電界と気圧により一通りに定まる (E/p)。マクスウェル分布の場合には図中で直線として現われるが、熱平衡状態からずれているため、非弾性衝突の始まる電子エネルギー付近から急激に分布が減少しているのがわかる。 E/p の増加とともに高エネルギーを持った電子数が増加している。

電子移動速度 v_d およびタウンゼントの第一電離係数 $\alpha/p = Z_{gi} N_g/v_d$ の計算値を図3と図4に示す。参考文献より得た測定データを示しているが、それらと比較すると v_d は小さめである。 α/p については大きめに現われているが定性的には比較的良好に一致している。全衝突断面積、とくに弾性衝突の断面積が大きく見積りすぎた可能性がある。

電子衝突による励起周波数の計算結果を図5と図6に示す。図5では電離・3s準位への励起周波

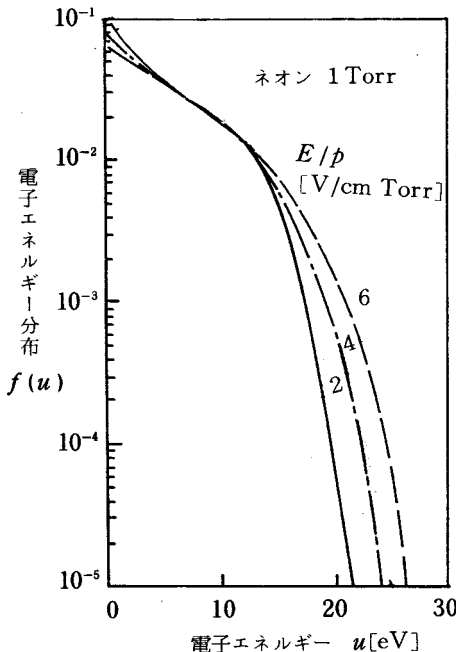


図2 電子エネルギー分布関数

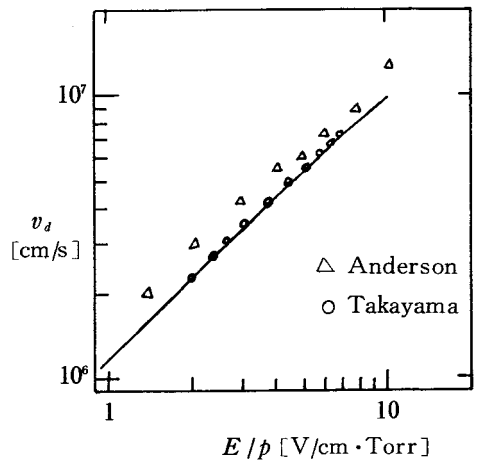


図3 電子のドリフト速度 v_d と換算電界 E/p
実線がここでの計算値、測定値は文献(1)より引用した。計算値は測定値に比べ少し小さい。

数が $E/p = 3 \text{ V/cm/Torr}$ 付近から大きく変化しているのがわかる。また、累積電離周波数は4つともほぼ同じ値を示していたので代表して一つのみ表示した。ただし $Z_{si}N_g$ を示しており実際には $N_s/N_g \sim 10^{-5}$ をかける必要がある。直接励起等と比べると E/p に対する増加の割合は小さくなっている。次に図6に示した $3p$ 準位の直接励起は $3s$ に比べ1桁小さくなっているが E/p に対しては同様の傾向を示している。 $3s$ 準位間の累積励起等は E/p による変化はほとんど見られず、わずかに減少しているのがわかる (Z_{ss}/N_g で表示)。これは電子エネルギー分布関数の低エネルギー部で決まる衝突周波数で、分布関数のそれに相当する部分がほとんど変化しないからである (図1より)。

粒子数平衡式の解による占有密度と放電特性

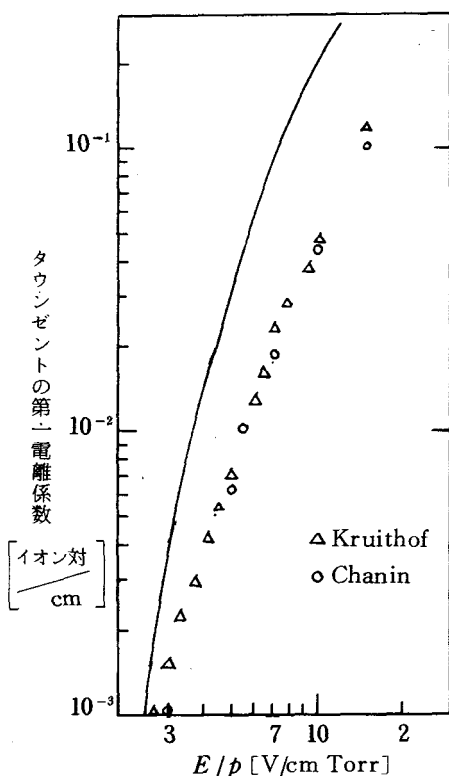


図4 タウンゼントの第一電離係数 α/p , 換算電界 E/p の関係

実線がここでの計算値。測定値は文献(1)より引用。移動速度が小さくなっているため。

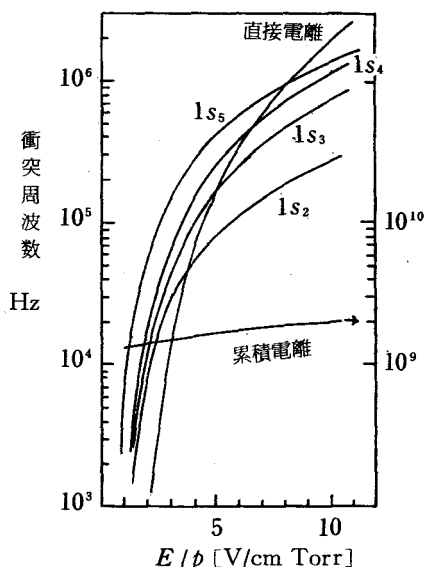


図5 電子衝突周波数と換算電界

重要な準位 ($1s_j$) への直接励起と直接電離は E/p の増加とともに増加するが、累積電離の増加はそれらに比べ小さくなっている。

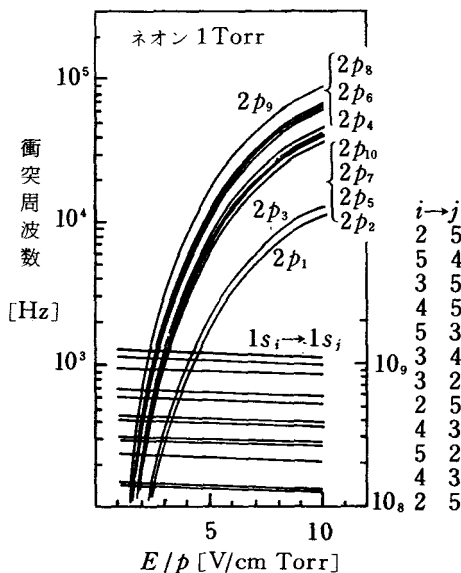


図6 電子衝突周波数と換算電界

p 準位への直接励起は、他の直接励起に比べ1桁小さい。 s 準位間の衝突周波数は E/p の増加によりわずかに減少している。

の計算結果を図7と図8に示す。図7は、 $3s$ の各準位と電子密度と放電電流の関係を示している。電子密度と放電電流は比例する。準安定準位の $1s_5$, $1s_3$ は共鳴準位の $1s_4$, $1s_2$ に比べ大きな密度である。放電電流の増加とともに各準位とも増加するが $1s_5$, $1s_3$, $1s_4$, $1s_2$ の順で飽和してきている。これは、累積電離の増加による。すなわち、電流の増加で電子密度が増加し同時に電子の平均エネルギーも減少するため、低エネルギー電子と $3s$ 準位の励起原子の衝突が活発に行なわれ放電が維持されているためである。図8は陽光柱プラズマの電圧電流特性ともいえる軸方向電界と放電電流の関係を示している。同時に平均エネルギーも示しておいた。放電電流の増加に対し電界は減少し E/p の減少により平均エネルギーもわずかながら減少している。これはグロー放電の前期グローから正規グロー放電領域を示すものである。

このような放電領域における電離のしめる直接電離・累積電離・励起原子同志の衝突電離の割合を

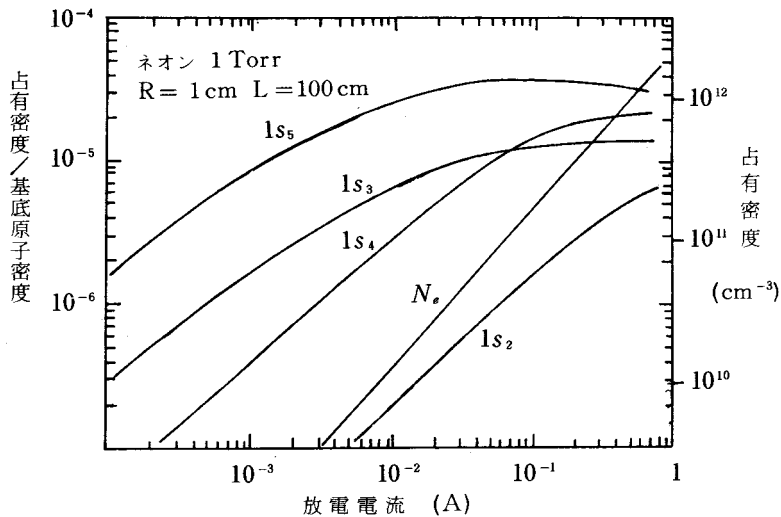


図7 $3s$ 準位の占有密度，電子密度と放電電流との関係
放電電流の増加とともに各密度は増加している。

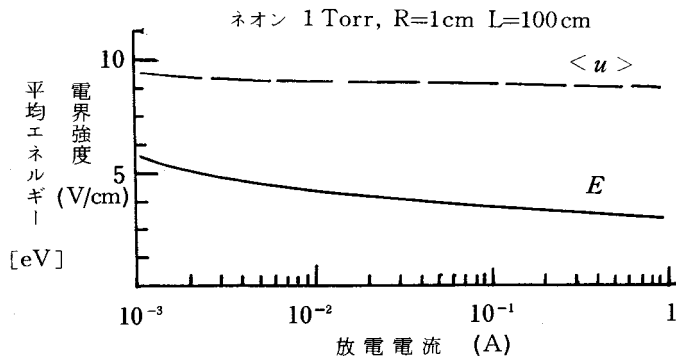


図8 陽光柱軸方向電界 E ，平均エネルギー $\langle u \rangle$ と放電電流の関係
グロー放電の負特性，定電圧特性を表わしている。

図9に示す。放電電流の増加とともに累積電離の割合が増加しているのがわかる。励起原子同志の衝突は励起原子密度の二乗で増加するが、温度を一定しているため反応速度は変化していない。直接電離は衝突周波数は減少するが電子密度が電流とともに増加するためわずかに増加する。相対的には累積電離の項が、電流に比例した電子密度の増加と $3s$ 準位励起原子密度の増加が相乗効果で起ってくるため最も大きな割合を占めることになる。

さて陽光柱プラズマに単色光の光を照射して、特定準位を光学励起する場合を考える。光量子を吸収する下準位として密度の大きい $3s$ 準位を選び、上準位として $3p$ 準位を選ぶと表2のような波長の光を用いることになる。光の入射により電界や電子エネルギー分布関数の変化はないとし、また光は空間的にも一様に入射したと仮定して、放電特性がどのように変化するか検討してみる。

そこで、粒子数平衡式の $3s$ 準位の一つに光吸収による占有密度の消滅項を加え、入射光の波長に

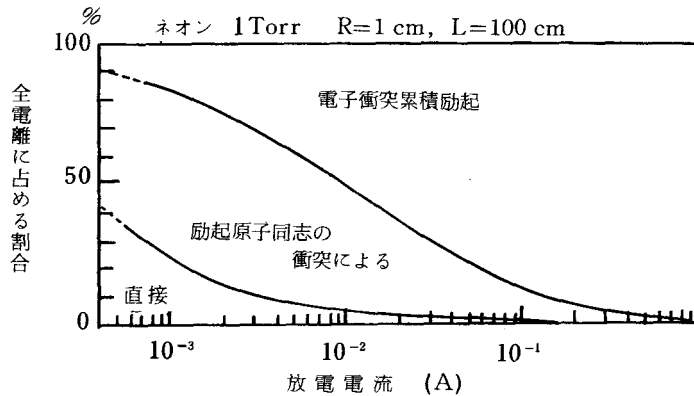


図9 電離に占める各種電離過程の割合と放電電流の関係

放電電流の増加とともに E が減少するため高エネルギー電子は少なく、直接電離は減少していく。また電子密度の増加により、大量の低エネルギー電子による累積電離が増加している。

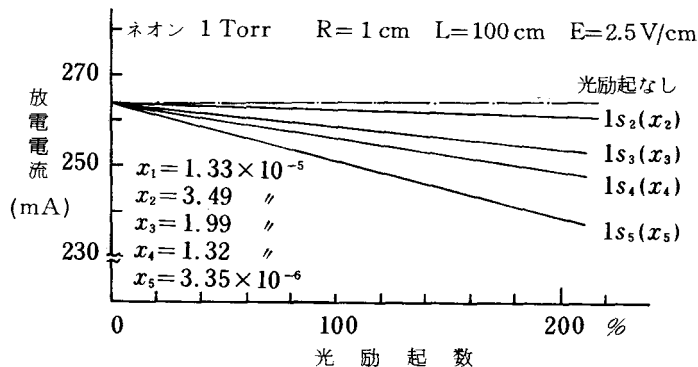


図10 光励起数に対する放電電流の関係

$x_1 \sim x_5$ は光励起していない時の電子、 $1s_5, 1s_4, 1s_3, 1s_2$ の密度を気体分子密度で割った値。これを基準(100%)として光励起数を数えた。最も密度の大きい $1s_5$ による電流の減少が最も大きい。

対応した $3p$ 準位の一つに消滅項と同じ量の発生項を加え、占有密度・電子密度等を計算する。光励起の大きさは、光入射のない状態での下準位の占有密度と同数の光量子数を基準 (100%) にしてその 200% 位まで変化した時の放電電流と光励起数の関係を調べた。図10に比較的放電電流の大きな場合で、上準位として $2p_7$ 、下準位を変えた場合の光励起量に対する放電電流の変化のようすを示す。この時放電電流約 264 mA、電界 2.5 V/cm で、占有密度は下側の方が多くなっている。図より、光励起量が多くなると放電電流が減少しているのがわかる。最も密度の大きい $1s_5$ の場合占有密度に等しい数の光励起により放電電流が 13 mA 位小さくなっている。この現象は光照射による放電インピーダンスの変化というオプトガルバナ効果として知られている⁽⁸⁾。

その他に発光量の変化もみられ、上準位の占有密度が増加するため光励起された準位から $3s$ への発光量は増加する。一方他の $3p$ 準位は、放電電流の減少は電子密度、占有密度 $3s$ の減少もともなっ

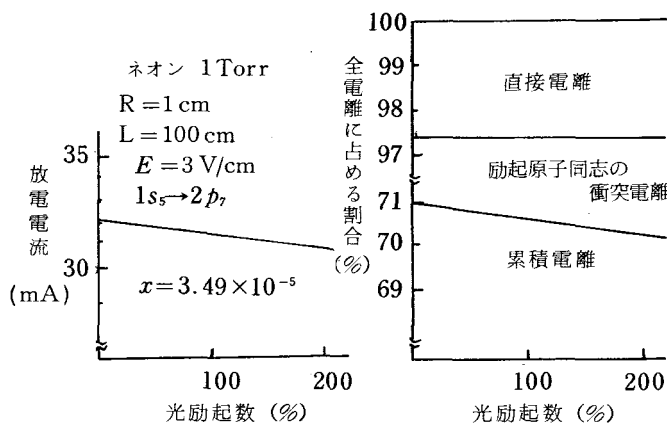


図11 光励起数に対する放電電流の変化と電離過程の占有状態の変化
 光励起により $1s_5$ 準位の密度が変化するため、これを介した電離の割合も変化している。累積電離の減少と放電電流の減少が対応している。

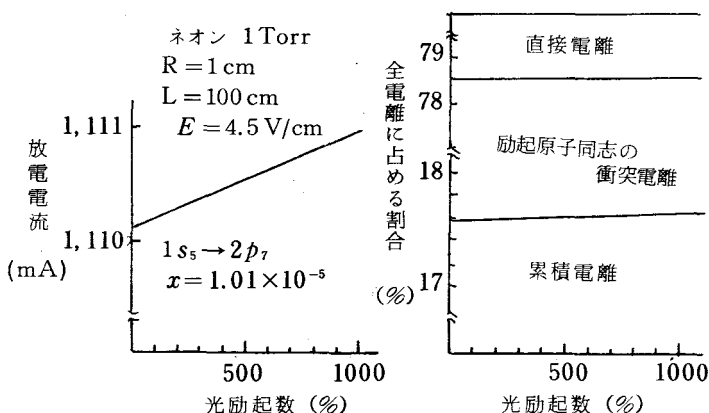


図12 光励起数に対する放電電流の変化と電離過程の占有状態の変化
 光励起により $1s_5$ の密度が変化している。図11の場合とは逆に、累積電離の割合が増加し放電電流も増加している。

ているため、発光は減少する。このような特性は、放電条件により異なり、低電流域では逆の現象も現われていた。これらは放電の励起機構と深く関連しており、その詳しい解析は今後の課題としたい。一例として、電界が3 V/cm 32.1 mA と4.5 V/cm 1.1101 mA の場合を示す。図11と図12で比較すると低電流側では放電電流が増加しているのがわかる。その時の電離過程の割合のうち累積電離の項の変化に対応しているのがわかる。

§4 まとめ

ネオングロー放電陽光柱プラズマの解析を行なった。初めに電子エネルギー分布関数をボルツマン方程式より導出した。電子とネオン原子との衝突は、弾性衝突と直接励起、直接励起のみ考えた。得られた電子輸送係数を用いて粒子数平衡式を解析して占有密度・電子密度を求め、放電特性の導出を行なった。計算に用いたエネルギー準位モデルは、ネオンの3s 準位と電離状態を考え、光学遷移による3p 準位から3s 準位への項も考えた。電離は直接電離・3s 準位からの累積電離、励起原子同志の衝突電離の三種の項を考え、3s 準位内での電子衝突励起・逆励起も考慮に入れた。

次に光励起による放電特性の変化について検討を行なった。陽光柱に特定波長の光を入射させ、特定準位間の光励起を行なうことにより、占有密度の変化、電子密度の変化を生じさせる。その結果放電電流の変化が生じる。この変化量は、放電条件や入射した光の波長・強度により変化するものである。それを利用すれば特定の素過程の診断も可能となることが推定される。

光励起の効果については、不十分な点も多いため今後の課題となった。実験による検証も重要である。近年のレーザ技術の進歩はそれを可能にしており、より詳しい理論の発展が重要と思われる。

最後に本研究の一部は、本校電気工学科22期生笠井浩二君と甲下広幸君の卒業研究として行なわれたことを記するとともに、この場で感謝の意を表わす。

参考文献

- (1) 畑中雅彦, 小林勝美, 西辻昭: 電気学会論文誌 A Vol. 100, No. 6 (55-A40) pp. 309~316 (1980)
- (2) G. J. Fetzner, J. J. Rocca, G. J. Collins: J. Appl. Phys Vol. 60, No. 8, pp. 2739~2753 (1986)
- (3) E. M. van Veldhuizen, F. J. de Hoog, D. C. Schram: J. Appl. Phys Vol. 56, No. 7 pp. 2047~2055 (1984)
E. De Marinis, A. Sasso, E. Arimondo: J. Appl. Phys Vol. 63, No. 3, pp. 649~655 (1988)
- (4) A. K. Bhattacharya: J. Appl. Phys Vol. 65, No. 12, pp. 4595~4602 (1989), ibid pp. 4603~4607.
- (5) 山崎勉: 呉高専研究報告 Vol. 16, No. 2, pp. 67~76 (1986)
- (6) 山崎勉: 呉高専研究報告 Vol. 21, No. 2, pp. 39~50 (1985)
- (7) R. Lagushenko, J. Maya: J. Appl. Phys Vol. 55, No. 9, pp. 3293~3300 (1984)
- (8) A. A. Radzig, B. M. Smirnov: "Reference Data on Atoms, Molecules, and Ions" Springer-Verlag (1980)
- (9) L. S. Frost: Phys. Rev. Vol. 105, No. 2, pp. 354~356 (1957)
- (10) J. S. Chang, R. M. Hobson・市川幸美, 金田輝男「電離気体の原子・分子過程」東京電機大学出版局 (1982)

- (11) H. S. Porter, C. H. Jackman, A. E. S. Green: J. Chem. Phys Vol. 65, p. 154 ~ (1976)
- (12) T. J. Moratz: J. Appl. Phys Vol. 63, No. 8, pp. 2558~2569 (1988)
- (13) I. I. Sobelman, L. A. Vainshtein, E. A. Yukov: "Excitation of Atoms and Broadening of Spectral Lines"; Springer-Verlag (1977)
- (14) H. S. W. Massey, E. H. S. Burhop, H. B. Gillbody: "Electronic and Ionic Impact Phenomena" 2nd ed. Vol. III, Oxford (1971)

(平成 2 年10月15日受付)

昭和63年7月加計町 山腹斜面災害における調査研究

(土木工学科) 小堀 慈久

Research Study on Mountainside Slope Disaster in July 1988 at Kake chō in Hiroshima Prefecture.

Shigehisa KOBORI

Localized torrential downpour occurred at mount Kake chō in Northwest area Hiroshima prefecture in July 20, 21, 1988.

Total rainfall was 264 mm and maximum rainfall per hour was 57 mm.

Purpose of this study is to do topographical survey, simple penetration test at spot of failure slope. And draw up map of vegetation to decipher aerial photograph.

Then, by above mentioned, we investigated to make clear of failure cause and prevention of disaster.

Result of this study is as follows.

- (1) About condition of failure spot, failure spot is trough type topography at top of the mountain. It have steep incline and thick ground surface.
- (2) Vegetation of failure spot became clear plantation of young cedar.

1 はじめに

瀬戸内海沿岸部に広く分布する風化花崗岩、いわゆるまさ土地帯は梅雨期の長雨、台風時の集中豪雨によって毎年、各地で多大な被害をもたらしている。特に昨今は斜面災害を中心とする被害報告が急増し、その原因の解明と防災対策が急がれている。昭和63年7月20日から21日にかけて広島県北西部の加計町周辺を襲った集中豪雨は総雨量264mm、最大時間降雨量57mmを記録し、加計町をはじめ筒賀村等の地域に甚大な被害をもたらした¹⁾。代表的な崩壊地点の状況は谷型地形の山頂部の尾根近くに源頭部があり急峻な勾配と厚い表土層から成っている。又、植生は若齢のスギの人工林地となっている。急峻な地形によるV字型谷で発生した土砂災害は崩壊土砂が両壁面及び河床を削り取りながら岩塊及び土砂が流下する典型的な土石流災害であった。しかしその土石流の発端は山頂付近での斜面崩壊であった事から、本研究ではその源頭部での地形測量、簡易貫入試験、及び空中写真判読による植生分布図作成等を行い、崩壊原因の解明について検討するものである。

2 調査対象地域

今回の現地調査を行った所は図-1に示すように広島県の北西部の加計町木坂地区及び江河内地区である。加計町周辺は標高800m～700mの山々に囲まれた谷合いの町でその谷間を縫うように太田川が左右に大きく蛇行して流れ、それに沿って国道191号線、JR可部線が走っている。又近くを中国縦貫道路の戸河内ICがあり中国山地の山中部にあたる。

地質的には広島型黒粗粒雲母花崗岩を基盤岩としている。この花崗岩は中生代の白亜紀後期に起こった太平洋火山活動の一環として貫入により形成された深成岩岩盤である。広島型黒粗粒雲母花崗岩は一般に中～粗粒で各成分鉱物は完全に分離しており、石英以外は全変質しまさ状を呈している箇所が多い。又、局部的には岩相の変化を示している。細粒花崗岩をなす所は一般に風化作用を受けることが少なく不規則な形態で硬岩状をなして存在している。節理は調査した木坂地区、江河内地区のいずれの谷川にも見られた。写真-1のように火成岩、堆積岩、深成岩を問わず、第四紀のまだ未固結な地層にまで見ることができる。このため、岩盤全体の力学的挙動は節理の将来の状態に作用される場合が多い。節理は岩盤に見られる種々の不連続面のうちで最も普遍的な構造でありこの不連続面で分離した柱状、ブロック状の岩盤が斜面前方に傾斜・屈曲してそれが崩壊につながる 경우가多く、この加計地区でもその例が2～3見られた。その他、節理から起こる崩壊要因として化学的風化は降雨等によるMg, Naの置換、溶脱により粘土鉱物へと変化を起こす。又物理的風化としてやはり降雨、湧水の浸透による深層風化がある。加計町内の多くの谷川、溪流沿いではこれに類する節理の風化から起きる崩壊が十分考えられる。

地形的では広島県北西部には中国山地脊梁面とこれに接する吉備高原面の二つの平たん面がある³⁾。これらの平たん面は浸食されて平らになった階段状の山地であり、その肩口が風化などにより崩れやすくなっている。江河内地区の斜面崩壊でも発

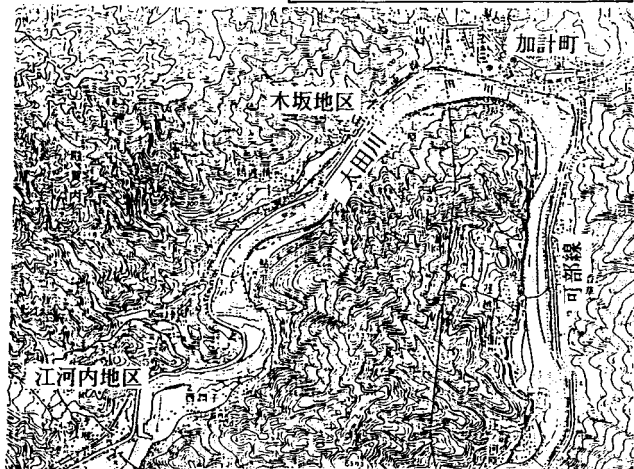
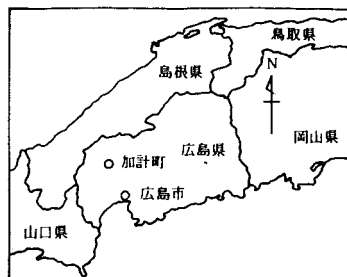


図-1 調査地域（広島県加計町）



写真-1 加計町の谷川流域の節理

端部は吉備高原面であり、その先端は標高760 m付近から崩れ、標高200 mの太田川まで約3 kmであり、その標高差560 mの急峻な傾斜面を急速に下り土石流による大きな被害が出たものと思われる。図-2に示すように木坂地区も江河内地区と地形は似ており、溪流により出来た扇状地に集落があり、この溪流を軸として土石流が発生した。木坂地区の山岳部の標高は400 mから500 mで江河内地区より若干低くなっているが山腹斜面の傾斜は急峻である。

3 斜面崩壊地調査結果と検討

3.1 斜面勾配と表層厚さ

江河内地区の崩壊の源頭部は標高760 m地点であり、谷部の太田川水域の集落は標高約200 mで、その間の崩壊地点の周辺で現地調査した勾配の測定地点数は27点である。最も多い勾配は40°～45°で36%あった。次は35°～40°で18%となっている。25°～45°までで82%を占めている。45°以上での崩壊があまり起きていない。図-3の木坂地区に

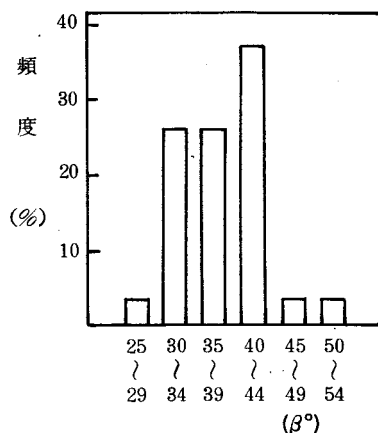
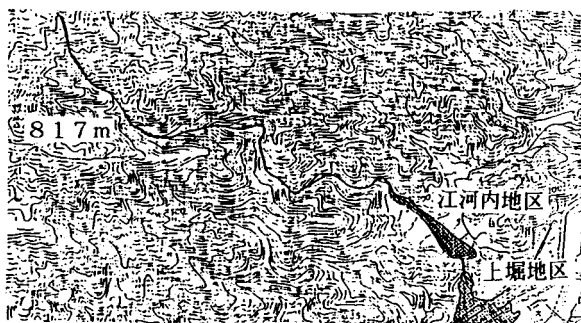


図-3 木坂地区の斜面勾配分布



江河内地区の土砂崩壊流域

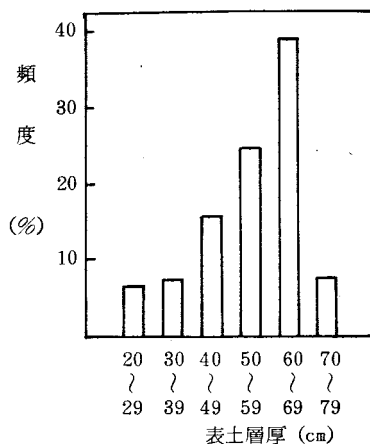
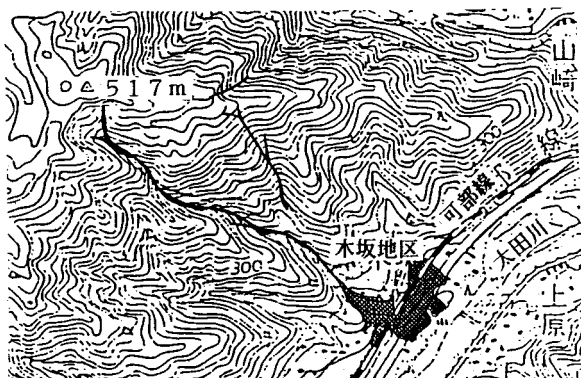


図-4 江河内地区の表土層厚分布



木坂地区の土砂崩壊流域

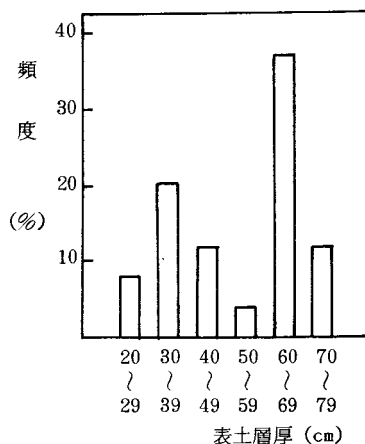


図-5 木坂地区の表土層厚の分布

図-2 江河内・木坂地区の地形と崩壊流域

においては24地点測定し、傾斜 $40^{\circ}\sim 44^{\circ}$ が最も多く37%を占め、次に $30^{\circ}\sim 34^{\circ}$ 、 $35^{\circ}\sim 39^{\circ}$ が各々26%となっている。 $30^{\circ}\sim 44^{\circ}$ の範囲では実に89%となり江河内地区と同様の傾向にあると思われる。これは広島県沿岸部の呉市と比較しても加計町のこの2地区の方が約 5° 大きくっており、この地域は急傾斜地であることがわかる。

次に表層厚さについて江河内地区の場合を図-4で示す。層厚の最も厚い層は65cm~70cmの23%であった。次が60cm~65cmの16%、40cm~60cm厚は12%で並んでいる。40cm以上の層厚をもっている斜面は86%にも達しており、斜面の風化がかなり進行していたものと思われる。図-5に木坂地区の結果を示す。60cm~69cmが38%で最も大きく、30cm~39cmの21%と続いている。40cm、50cm厚さの頻度が低くなっているのは先に述べたような地質的な岩相の変化により未風化の基岩が比較的浅い所に存在する場合があったり、まさ化した斜面にかなり大きな転石がみられる事、また基岩にも細かい節理が多数みられる事から、表層厚さにばらつきが見られたものと考えられる。

斜面勾配と表層厚さの関係を表わしたものが図-6である。縦軸に表層厚さ、横軸に斜面勾配を取ったものである。斜面が崩壊する時、斜面の勾配と崩壊土層厚との間には重要な関係があり、又まさ土斜面の崩壊は一般に表層すべり型が多い。網干らは自然斜面の表層すべり型の場合について、数百件のデータを整理、解析した。これらの斜面勾配と崩壊土層厚の間に規則性のある関係を見出した。その中で、平面すべり式から計算された勾配 β と崩壊層厚 H_c の計算値と崩壊データの代表値との両値がよく合っている事を示した。⁴⁾図中の斜線帯は限界風化層厚曲線で帯域中にある地点は崩壊の危険性があり、それ以下であれば危険まではいたらないとしている。これを加計町の江河内地区及び木坂地区についてあてはめて見る。白丸が江河内地区、黒丸が木坂地区の各測点で、いずれの地区の測点も限界風化層厚曲線をほぼ越えており、いずれの斜面でも危険な状態であった事がわかる。勾配としては $30^{\circ}\sim 45^{\circ}$ 付近まで、層厚としては25cm~75cmまでが多くなっている。八木らは愛媛県松山市のまさ土地域において行った調査では表層厚1mまでの範囲で崩壊の発生が見られ、又表土層厚は斜面角度が大きくなるとともに薄くなる傾向にあるなどを述べている事とはほぼ一致している。⁵⁾

3.2 斜面地形

崩壊地源頭部の地形測量を行った。図-7は江河内地区の測定結果である。標高760mに位置する崩壊源頭部は $35^{\circ}\sim 40^{\circ}$ の急傾斜地で有機質土を含む60cm~65cm程度の厚い風化土で覆われている。植

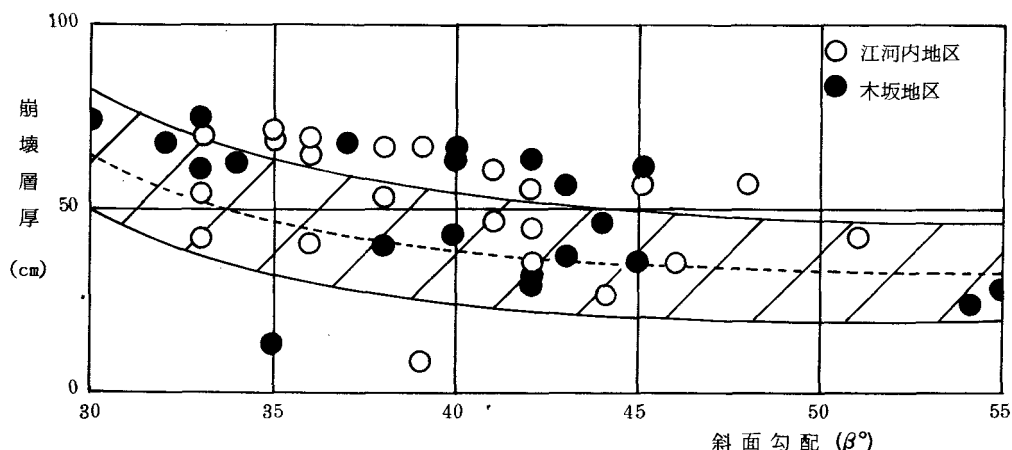


図-6 崩壊層厚と斜面勾配の関係

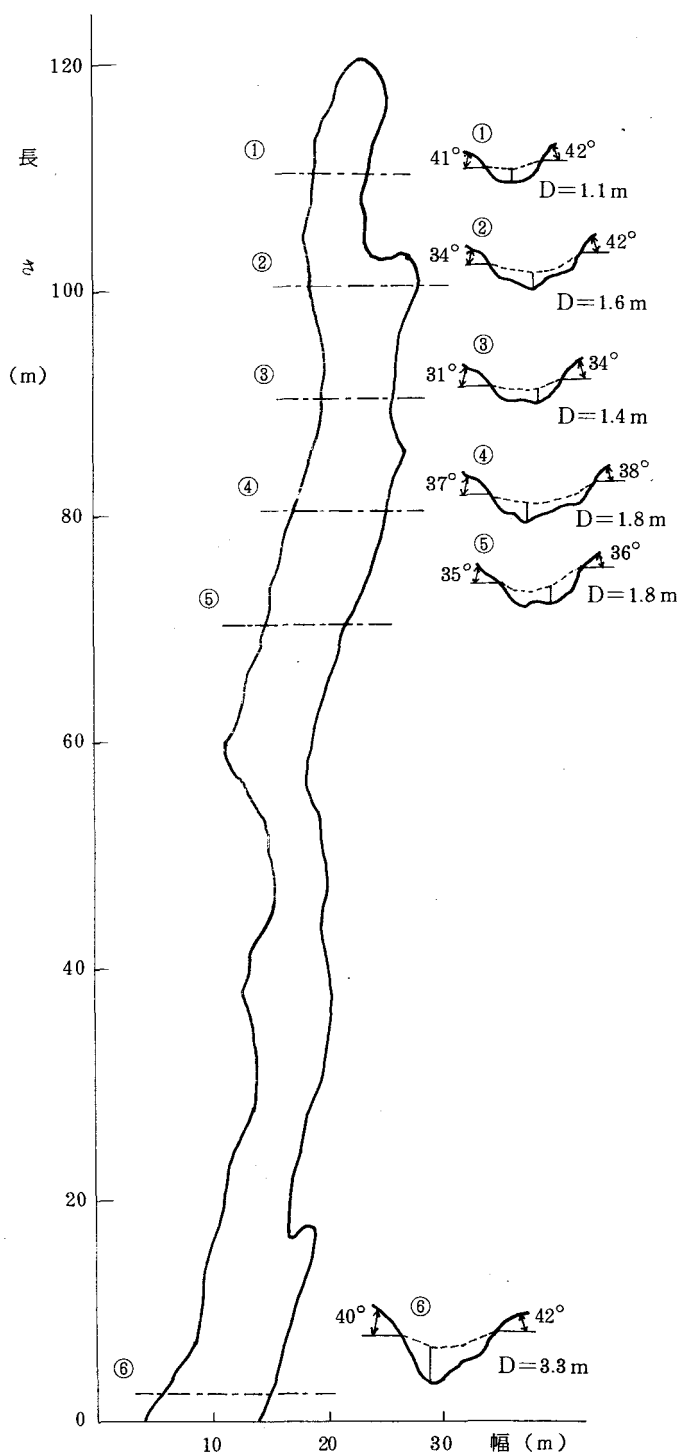


図 - 7 江河内地区 源頭部崩壊地形

生は低いササバと径10cm～20cmの若齢のスギ林となっている。崩壊地形を見ると実質的な源頭部の長さは約50cm～60cm、幅は先端部20mの部分で5m、中部、後部の幅は6m～10mに広がって来ている。先端部の崩壊表土層厚さは中心部の深い所で1.1m、先端20mの中部で崩壊表層厚さは1.6m、先端50mでの崩壊厚さは1.8mと源頭部の下端にいくほど崩壊表土層厚さは大きくなっており、先端から120mの所では崩壊厚さは3.3mにも達している。崩壊谷筋の側壁にあたる斜面の勾配は先端部で41°、30m下った所で81°～84°、50m下った所で35°～36°、下端にあたる120mの位置では40°～42°と側壁斜面も急な勾配となっている。土質は表層部は有機質土が5～10cmあり、その下部が風化したまき土となっている。レキ混じりの砂質土と言える。所々に転石、基岩が露出し、基岩は比較的浅い所に存在しているように思われた。図-8は江河内地区の縦断面図である。源頭部の標高差は80mで水平距離にして110mあり、平均勾配は約35°、及び平均崩壊表層厚さは約1.3mとなり土砂崩壊及び土石流の典型的な地形状況であったと思われる。

次に図-9に木坂地区の源頭部崩壊状況を示したものである。源頭部の長さは約60mでその中でも先端部は幅10m、厚さ1.2m、中間部は幅10m、厚さ0.9m、そして下端部では幅10m、厚さ1.8mとなっている。左側崩壊斜面からの合流部では幅1.8m、深い河床部では厚さ5.9mとなっており上部からの土石流による衝撃及び剥離作用の威力を示すものである。また源頭部の土質は粘性のある砂質シルトに類するものと思われる。又、表層部の土の色は有機質土を多く含んだ黒褐色の風化の進んだ土となっている。特に河床部は粘性土からなり深いガリが出来ておりそこには転石、浮き石が露出している。図-10は木坂地区の縦断面図である。標高480mから高低差約60m、水平距離120mで約30°の傾斜地で、土石流による河床の掘削深さ5.0～6.0mになる部分の距離も40mに及んでいる。周辺の植生はやはり若齢のスギの植林地域となっている。

3.3 貫入抵抗値

簡易貫入試験機により貫入抵抗値を測定した。図-11は江河内地区の測定結果である。コーンペネトロメーターと呼ばれるこの貫入試験機の利用には地盤の含水比、粒度等の測定地盤環境の検討を加

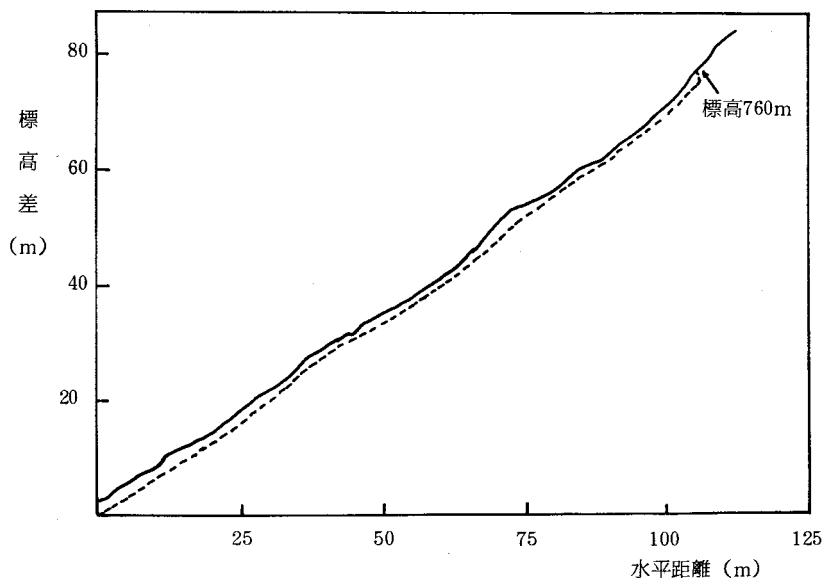


図-8 江河内地区 斜面崩壊 (縦断面図)

えて行っていく注意が必要であると思われるがここでは貫入抵抗値のみで考える。図において縦軸に頻度、横軸に貫入抵抗 q 、 kgf/cm^2 をとる。貫入抵抗値は静的貫入で行い、最大深さまでの地盤抵抗値を取る。図中の○印は20cm深さにおける貫入抵抗値の頻度を取りその変化を見た。●印も同様に30

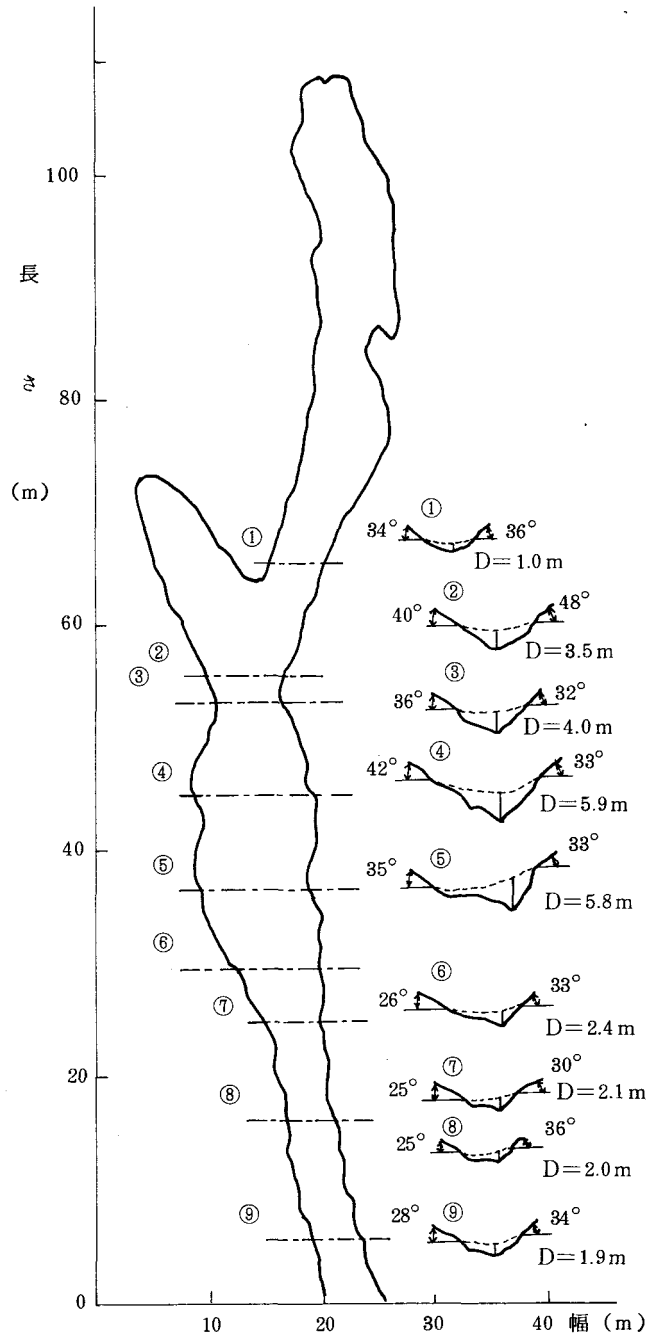


図 - 9 木坂地区 源頭部崩壊地形

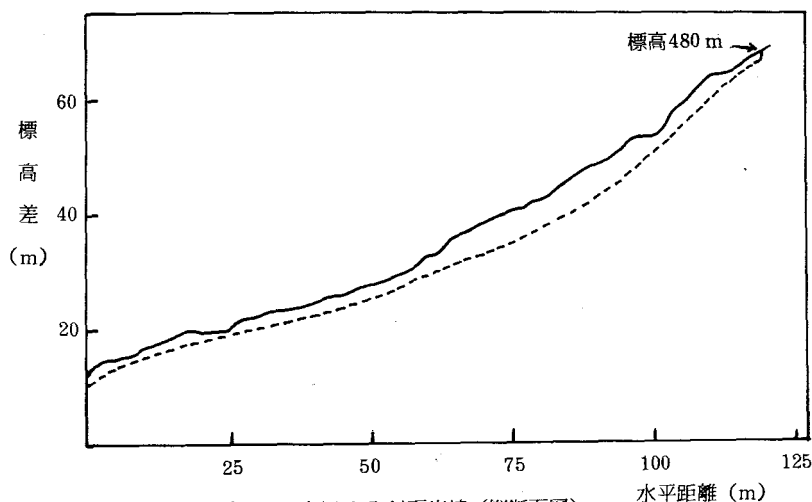


図-10 木坂地区 斜面崩壊 (縦断面図)

cm深さにおける抵抗値の頻度を各値ごとに変化を取り、○印の50cm深さにおける場合も同様である。江河内地区20cm深さの場合、 $q_c = 2.0 \text{ kgf/cm}^2$ で31%、 $q_c = 4.0 \text{ kgf/cm}^2$ で35%と最大値になりその後は急激に減少している。20cm深さでも $q_c = 2.0 \text{ kgf/cm}^2$ 、 4.0 kgf/cm^2 でピークとなっているのは同様であるが、 $q_c = 5.0 \text{ kgf/cm}^2$ で23%と大きな値となり地盤抵抗値が上昇しているのがわかる。50cm深さでは頻度の最大値が $q_c = 5.0 \text{ kgf/cm}^2$ の位置で、さらに $q_c = 9.0 \text{ kgf/cm}^2$ で17%と高くなっている。このことから江河内地区の地盤抵抗値は深さ方向に大きくなっているのがわかる。図-12は木坂地区の貫入抵抗値の測定結果である。20cm深さの q_c の分布を見ると $q_c = 4.0 \sim 5.0 \text{ kgf/cm}^2$ でピークがありその後の頻度は低くなっている。これは比較的表層部の地盤の強度があり、又その層が広がっているものと思わ

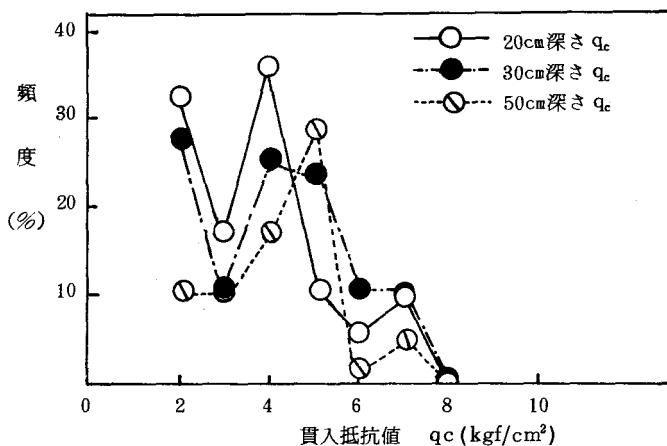


図-11 江河内地区の貫入抵抗値の分布

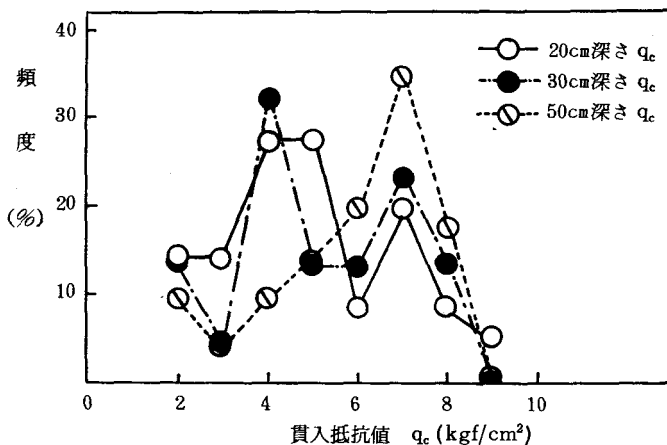


図-12 木坂地区の貫入抵抗値の分布

れる。30cm深さでは $q_c=4.0\text{kgf/cm}^2$ が最大の頻度となりその後は徐々に減少している。50cm深さでは $q_c=7.0\text{kgf/cm}^2$ が最も頻度が高くなっており深さ方向での地盤強度が明らかに強くなっている。又、この事を地盤の風化の面から言えば地表面から垂直方向に風化が進行していると言える。この両地区を比較すると江河内地区は20cm深さから50cm深さまで含め、貫入抵抗値 $q_c=2.0\text{kgf/cm}^2\sim 5.0\text{kgf/cm}^2$ の低い値の強度変化となっているのに対し、木坂地区では $q_c=4.0\text{kgf/cm}^2\sim 7.0\text{kgf/cm}^2$ となり q_c の差が 2.0kgf/cm^2 高い値の強度変化となっており木坂地区は地山の貫入抵抗値から見る限り地盤強度が高く、かつ風化の進行が遅れていると思われる。

3.4 斜面崩壊と植生

加計町の産業の柱の1つに林業があげられる。高い山々に囲まれ、多湿で高標高の地域環境は常緑高木の成育にとって恵まれた環境となっている。かつては天然の樹木も多く茂っていたが伐採が進み現在はほとんどが植林によるものである。樹種は杉、松、檜である。図-13は1977年4月の空中写真を判読し、木坂地区の植生分布図を示した⁷⁾。判読領域は分水嶺により囲まれた谷型地形とし、5つの判読区分に分類した。分布図全体に杉、松の高木樹が分布している。その周辺には杉、松の若木が植林されており、さらに草地、低木林がその間に分布している。判読領域の上部にあたる山頂部では裸地、草地が2地点に広がっている。領域下部に農耕地が見られる。次の図-14は1988年7月の空中写真判読による加計町災害の崩壊地（木坂地区）と植生分布を表示したものである。右下りの斜線の部分は20年以上の高木林地であるが前図から比較して大きく減少している。一方、高木を含む落葉樹、常緑樹、低木等の混合林は左側谷筋領域に広く分布している。そして領域の山頂部に分布する10年程度の杉の若木を中心とする斜面で崩壊源頭部が位置している。しかも同様の植生環境にある左右の山頂斜面から崩壊が起きた事は斜面地形、表層土の物性条件等の関係も含めても植生の影響は大きなものがあると考えられる。源頭部の現地調査から崩壊地に植林されている杉は直径10～20cmで樹齢10～

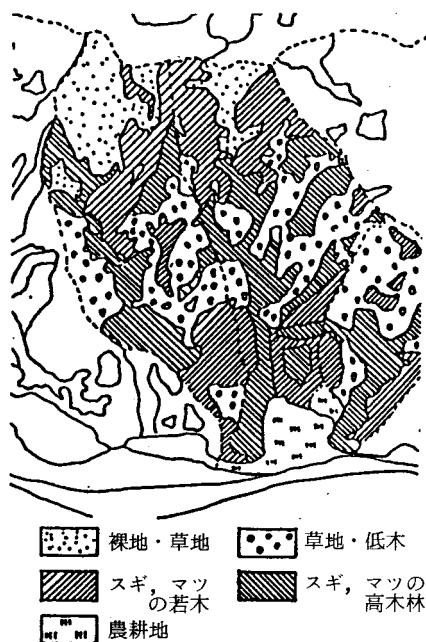


図-13 崩壊前の木坂地区植生分布図(1975.4)



図-14 崩壊時の木坂地区植生分布図(1988.7)

15年程度と思われる。又、林地は若木の杉以外の低木類は高さ20～30cm程度のササブのみで他に表層保護及び地盤締結作用として働くような植生はなく厚い有機質の表土層が強度的に弱い不安定な状態が長く続いていたものと思われる。写真-2は江河内地区の源頭部崩壊状況である。又、写真-3に示すように江河内地区の崩壊斜面近隣の杉林の根幹部がわん曲している。これは植林後、表層地盤が移動した事を示すもので長期間にわたり、あるいは一時的に地すべりを起こしたものと思われ、今後さらに現地で時間的斜面すべりの連続計測等も必要と思われる。

3.5 降雨特性と斜面崩壊

まさ土地盤の斜面災害の主要因は降雨強度である。降雨量と崩壊を考えると、地表面の浸透の問題、いわゆる土質力学的立場と、もう一方は気象学的立場による降雨状況と災害との関連性が考えられる。ここでは崩壊にかかわる要因分析として降雨を扱うためやや気象学的な状況分析の方面から検討する。加計町災害の時間降雨量を図-15に示す。7月20日14時の降り始めから翌21日6時まで続き、総雨量は264mm、最大時間雨量は57mmという記録的な降雨量となった。人命や家屋に大きな被害を与えた江河内地区で起きた山腹斜面崩壊及び土石流の発生時刻は21日午前3時22分である。前日から降雨は前夜10時頃より急激な豪雨となり午前0時～1時に44mm/h、1時～2時に22mm/hと弱まったものの、2時～3時に48mm/h、崩壊発生の3時～4時には最大時間雨量の57mm/hに達し、その後急速に衰えた。この20日の夜10時から翌日午前4時までの6時間に総雨量234mmの極限に近い集中豪雨となった。降雨量と斜面崩壊の関係は限界雨量曲線で表示される。図-17に示す図中の黒丸が今回の加計町災害である。この曲線は2週間降雨量を縦軸に当日雨量を横軸にとったもので加計町の場合、当日雨量が異常に多く短期の集中豪雨による災害であったと言える。時間当りの降雨強度と崩壊発生時刻、梅雨の長雨などの総降雨量と崩壊発生件数、及び連続降雨の意味などは地域性により地形、地質等が異なる事から一様でないと言われている⁸⁾。今後は室内実験も行い降雨浸透現象も



写真-2 江河内地区源頭部崩壊状況



写真-3 崩壊地隣接斜面のわん曲根幹の杉林 (江河内地区)

含め降雨強度と崩壊の関係を検討する必要がある。

4 まとめ

西日本一帯はこの加計町の地盤と同様のまさ土地盤に覆われ、島根、広島、愛媛、山口、兵庫等各地でそのまさ土斜面崩壊の解明と防災の対策に長い年月の間に研究者、関係機関で検討されて来た。その結果、降雨等誘因にも一定の量的目安が見えて来つつある。又地域により同じまさ土でも強度や粒径、鉱物等が各々異なっている困難さは同様の状況であるが、土中のメカニズムも徐々に解明されつつある。又、崩壊要因もかなり基準化され、斜面勾配、表層厚さ、植生の分布等、要因の重要度も決まりつつある。今後はその斜面がどのような状況にあり、降雨の流入と流出の把握、崩壊の繰返す斜面の調査検討、県単位の地方自治体で基準となっている急傾斜地域指定の危険斜面の未崩壊地の安定している原因等、逆からの検討も重要になって来ると思われる。今回の加計町斜面災害の調査研究の成果をまとめると次の通りである。

(1) 源頭部の崩壊斜面及び周辺の斜面勾配について江河内、木坂の両地区とも同様の結果が得られた。測定した地点で最も多い勾配は $40\sim 45^\circ$ が37%と約4割を占め、次に $30\sim 39^\circ$ が約5割を占めており、 $30\sim 45^\circ$ の範囲に限ると80%以上となった。

(2) 表土層厚については江河内地区は層厚 $65\sim 70\text{cm}$ が23%、 $60\sim 65\text{cm}$ が16%で 40cm 以上の層厚をもつ斜面は27地点測定の内86%にも達している。木坂地区でも層厚 $60\sim 69\text{cm}$ が38%と最も大きく、層厚 $30\sim 39\text{cm}$ が21%となっている。又斜面勾配と表土層厚（崩落層厚）の関係曲線でのあてはめでも限界風化層厚を越えた危険な状態であった事がわかった。

(3) 源頭崩壊地形は江河内地区で長さ $50\text{m}\sim 60\text{m}$ 、幅 $5\text{m}\sim 10\text{m}$ 、表土層厚 $1.1\text{m}\sim 1.8\text{m}$ 、平均勾配は $31^\circ\sim 42^\circ$ である。木坂地区では長さ約 60m 、幅約 10m 、表土層厚 $1.2\sim 1.8\text{m}$ であった。また

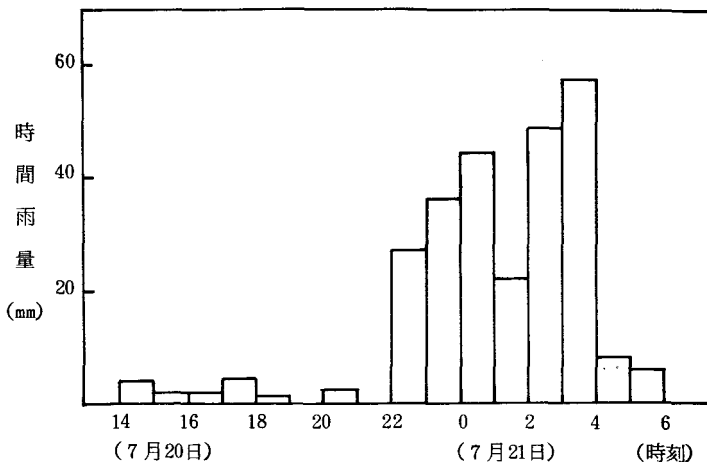


図-15 加計町の時間降雨量

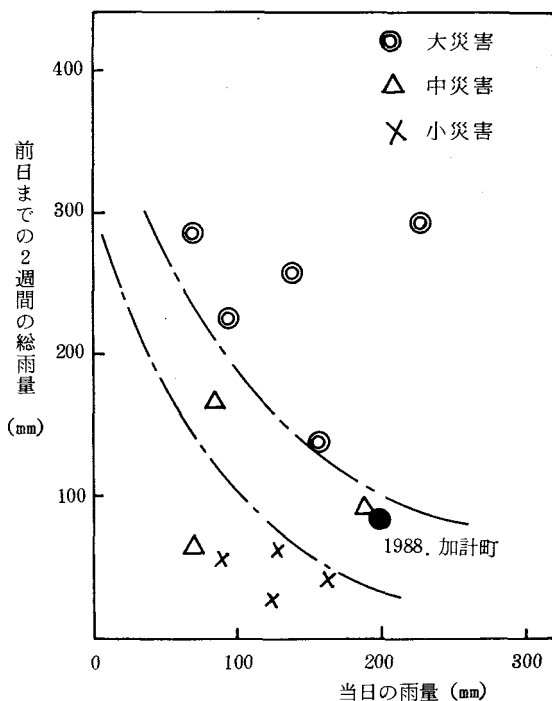


図-16 限界雨量曲線⁴⁾

河床部での土石流による最大掘削深さは木坂地区で5.9 m, 江河内地区で3.3 mが測定されている。

(4) 貫入抵抗値について江河内地区は $q_c = 2.0 \sim 5.0 \text{ kgf/cm}^2$ の範囲に分布しており, 表土層深さ20cmの最頻値としての q_c は 4.0 kgf/cm^2 , 深さ50cmの所の代表 q_c は 5.0 kgf/cm^2 である。木坂地区は $q_c = 4.0 \sim 7.0 \text{ kgf/cm}^2$ が分範囲となっており江河内地区より q_c が 2.0 kgf/cm^2 大きな値となっており, 風化の進行が遅れていると思われる。

(5) 植生について, 植林による10年程度の若齢樹林での崩壊が起っており, 植林事業における防災も含めた長期計画が必要であり, 崩壊に対し植生の影響は大きい。又, 崩壊斜面近隣の杉林の根幹部がわん曲していることから, 植林後に表層地盤の地すべりが起きたものと思われる。この事から樹木の成長過程から地盤性状が予測できる。

(6) 降雨特性について, 加計町災害の降雨量は総雨量264mm, 最大時間雨量は57mm/h で特に斜面崩壊直前までの6時間に234mmと言う異常な降雨状況であった。崩壊に対する限界降雨量は地域の地形, 地質, 土質によって異なるがこの災害では当日雨量によって災害が発生したと思われる。今後, さらに降雨強度と崩壊発生時刻, 崩壊発生件数及び実験による降雨特性の検討が必要である。

謝辞: この調査研究をまとめるに当たり, 愛媛大学工学部 八木則男教授に貴重な助言及び資料を使用させていただいた事を心より感謝申し上げます。又, 調査に協力いただいた日本道路公団塩田純次氏, 東広島市役所・土本浩二氏に深謝する次第です。

《参考文献》

- 1) 小堀慈久・下久保慎祐; 昭和63年7月加計町山腹斜面崩壊について, 第42回土木学会中国四国支部講演概要集, pp. 322~323, 1990.
- 2) 呉市教育委員会 ; 休山の地質(その1), 太田川東部工業用水道隧道内地質調査を中心として, 呉教委指導資料114, pp. 2~5, 1969.
- 3) 中国新聞社・編集部 ; 集中豪雨を追う, 第三部・山はなぜ崩れる(2), 中国新聞, 1989. 4. 23.
- 4) 網干寿夫・他 ; 風化花崗岩とまさ土の工学的性質とその応用, 土質工学会, pp. 278~279, 1990.
- 5) 八木則男・矢田部龍一・榎明潔; 降雨時の斜面崩壊に対する限界降雨量, 土木学会論文集, 第418号, III-13, pp. 65~73, 1990.
- 6) 小堀慈久 ; まさ土斜面崩壊要因の地域的比較, 地盤と建設, 土質工学会中国支部論文報告集, Vol. 6, No. 1, pp. 105~117, 1988.
- 7) 網干寿夫・小堀慈久 ; 空中写真による山腹斜面崩壊と地形, 地質, 植生の関係, 自然災害資料解析, Vol. 7, pp. 117~125, 1980.
- 8) 八木則男・榎明潔・矢田部龍一; 降雨による砂質土斜面の崩壊予測, 斜面崩壊及び地すべりの予知対策に関するシンポジウム発表論文集, (社)土質工学会四国支部・地すべり学会関西支部, pp. 37~42, 1988.

(平成2年10月15日受付)

耐震要素を含む立体架構の水平剛性について

(建築学科) 正 野 崎 昭 二

On the Level Stiffness of Three-Dimensional Frame with Shear Wall

Shoji SHONOUZAKI

At present middle and low story structures analyze as two-dimensional frame.

But these are three-dimensional frame. Then auther compared two-dimensional frame with three-dimensional frame on the level stiffness.

As a results of analyzing, the fellowing results were obtained;

On the level stiffness there was several times as stiffness and was the passable eccentricity by arrangement of shear wall.

§1 序

現在、中低層の建築物はその応力解析を通りラーメンごとに、換言すれば2次元的に取り扱い、その結果を求めている。

しかし、実際の建築物は3次元の構造体である。そのため他のラーメンとの間をつないでいるはりも影響をおよぼすであろうし、同様に床スラブも何らかの影響を与えるに違いないと思われる。そこで今回2次元構造体として解析した場合と、3次元構造体として解析した場合水平剛性にどのような差異がみられるかを耐震要素を含む架構について検討した。

§2 解析方法

耐震要素である壁やスラブを含む架構の解析には、はり・柱は直接剛性法を使用することによりそれぞれ一つの部材とみなす方法を用い、壁やスラブには電子計算機の必要記憶容量を減らす事等を考えてONE-ELEMENT-METHODを使用した。すなわち、壁およびスラブを柱、はりと同様それぞれ一つの部材とみなして評価しようとするものである。図-1の平面架構を例にとれば、壁の右側にある境界はり、柱に対しては両端の節点の水平、鉛直変位 u 、 w および回転角 θ を未知数とする通常の直接剛性法の取り扱いをし、剛性マトリックスを作成する。

一方壁部に対しては、図-2のごとく壁板及び壁板周辺の柱、はりを同時に一体として取り扱うこととし、かつ柱、はりの接合部内に節点を考え、この節点に対しても u 、 w 、 θ を未知数として、各節点に単位荷重を与えて得られる強制変形問題として壁の剛性マトリックスを作成する。次に、図-3および図-4の様な連層または連続耐震壁に対しては図-2の単独壁の単なる集まりと考え、構造物

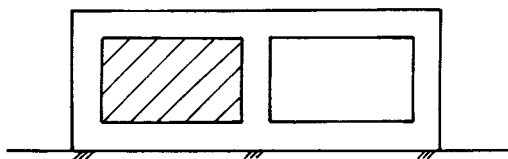


図-1

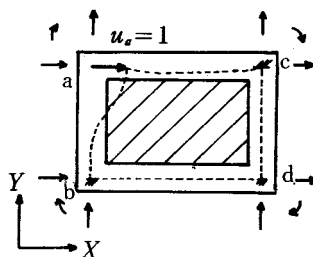


図-2

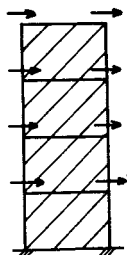


図-3

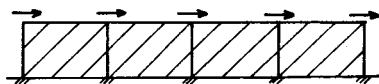


図-4

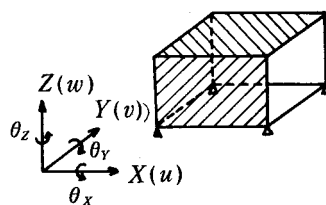
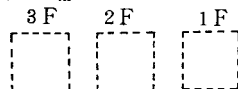
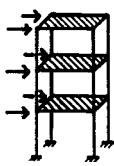
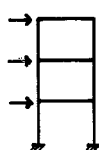
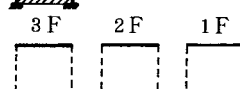
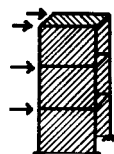
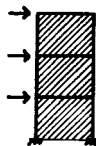


図-5



平面図

図-6



平面図

図-7

全体の剛性マトリックスを作る場合に各壁体の剛性マトリックスを重ね合わせるものとした。以上は平面架構についてであるが、これらの取り扱い法は図-5に示した壁およびスラブを含む立体架構に対してもそのまま拡張することができる。しかし、図-3および図-4のように壁が、連層または連続する場合の柱、はりの、立体架構においてはスラブが連続する場合のはりの重複問題が生じる。既往の結果より、立体架構を解析する場合、はりにはスラブに付加して処理し、壁のはり形は無視するのが良いし、また、柱は壁に付加して処理した方が良いという結果が出ているので今回も実用上便利な上記の方法を使用することとした。

§3 解析モデル

解析に用いた部材寸法は以下のとおりである。

柱 60 cm × 60 cm

はり 30 cm × 60 cm

壁厚 15 cm

床厚 15 cm

スパンおよび階高はそれぞれ 6 m とした。

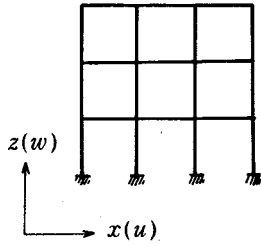


図-8

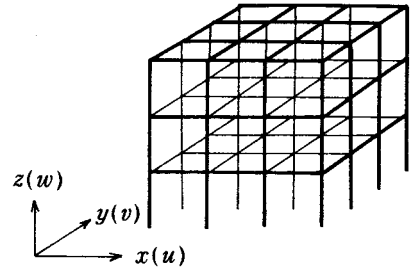


図-9

立体架構の壁の位置 (太線部分)

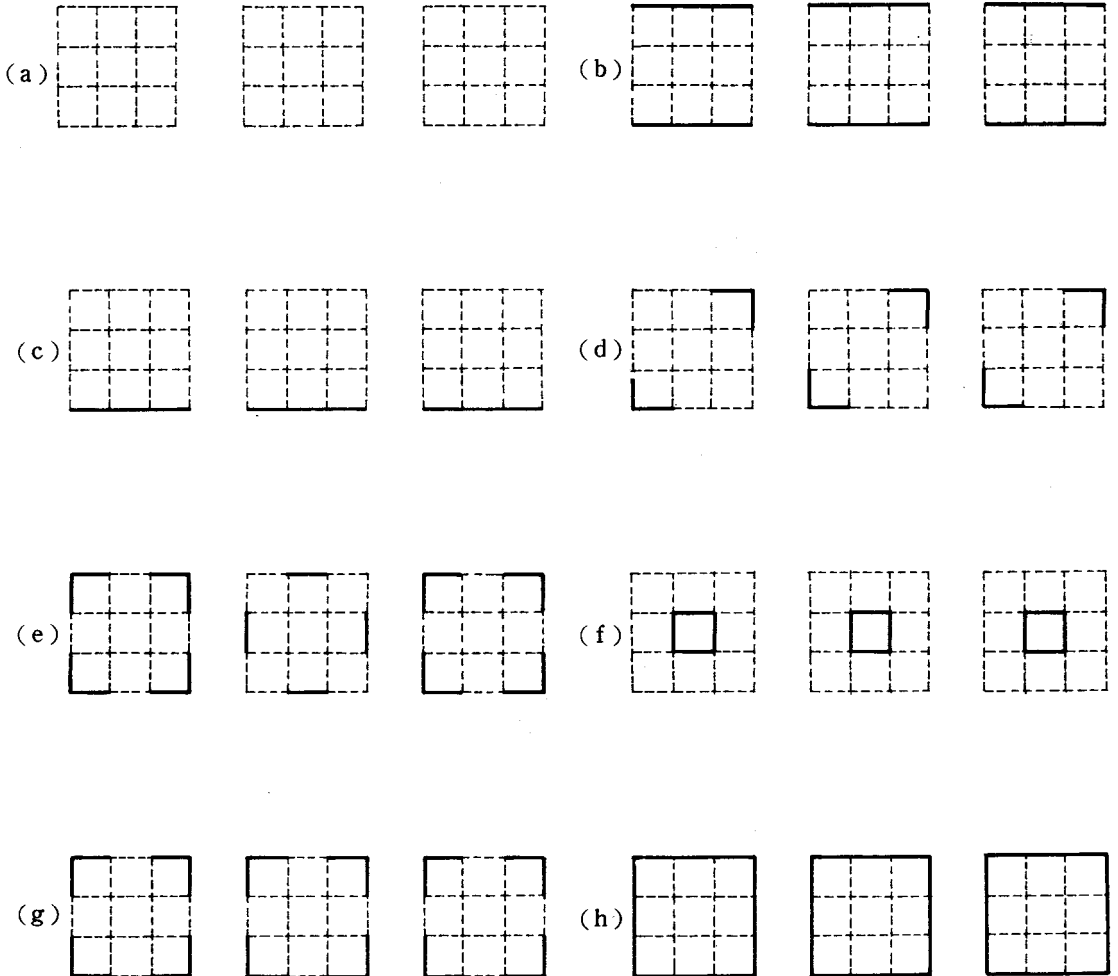


図-10

§4 解析結果および考察

スラブや他のラーメンをつなぐはりの影響をみるため図-6のような平面架構と立体架構について解析した。その結果、表-1のように層間変形角(r_s)は上層階にいくほど大きくなるし、水平変位(u)も10%以上の差異がみられ、上層階にいくほど差が大きくなる。また、図-7のような連層壁について解析してみると、ほとんど差異はみられなかった。

次に、図-8のような平面架構と図-9のような立体架構に壁の位置を変えて水平変位について解析した結果が図-11である。スパン数が増えることにより壁のない架構においては差が大きくなる傾向がみられ、壁の位置による差異は(b)のような配置の時に一番大きくせん断変形をすることが分り、(h)の配置より約5倍の変位量である。しかし、(a)に比べると10倍から20倍の剛性があることが分る。

また、図-12および図-13は偏心の度合いをみようとしたものである。図-12より③節点と④節点

表-1

階		$r_s(\times 1000\%)$	u	w
3	(a) 平面	2.6	94.68448	0.7400268
	(b) 立体	3.3	79.30717	0.7545944
	%	26.9	16.2	2.0
2	(a)	1.9	66.65810	0.6499488
	(b)	2.2	57.16887	0.6687729
	%	15.8	14.2	2.9
1	(a)	2.7	27.34377	0.4108719
	(b)	3.0	24.25684	0.4284167
	%	11.1	11.3	4.3

%..... $((a)-(b))/(a) \times 100$

表-2

階		$r_s(\times 1000\%)$	u	w
3	(a) 平面	73.5	3.028416	0.6741087
	(b) 立体	73.7	3.018544	0.6738191
	%	0.27	0.33	0.0
2	(a)	67.3	2.028464	0.6268845
	(b)	67.4	2.021982	0.6266547
	%	0.15	0.32	0.03
1	(a)	78.6	0.9346589	0.4363882
	(b)	78.5	0.9321555	0.439769
	%	0.1	0.3	0.77

%..... $((a)-(b))/(a) \times 100$

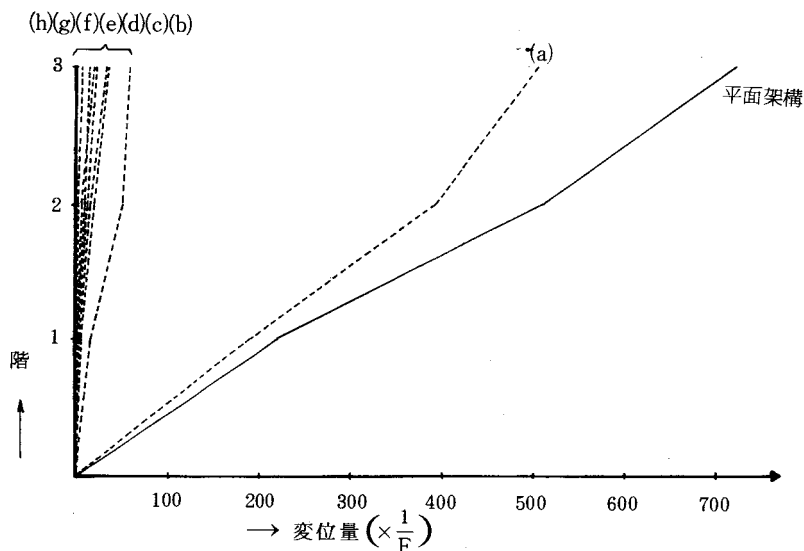


図-11

の y 方向変形量を比較すると約50%の差があり、図-13より⑦節点と⑧節点の y 方向変位量を比較すると約30%、また、上下階の③節点と⑦節点の y 方向変位量には約50%の差があり、壁の位置によりかなりの偏心が起ることが分る。以上のことから、平面架構として解析した場合より立体架構として解析した場合の水平剛性について、解析方法についても誤差があるが数倍の剛性があることが分り、スラブやはりの影響があることが分った。

最後に、本研究を卒業研究として御協力いただいた、井上敬三氏(竹中工務店)及び水井勇人氏(清水建設)に深謝します。

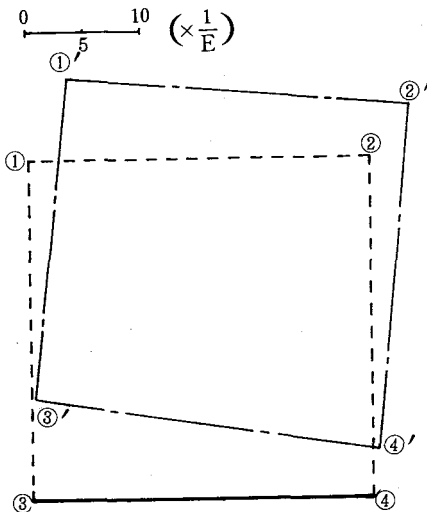
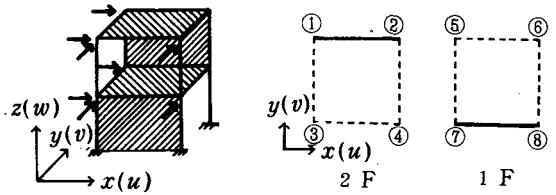


図-12

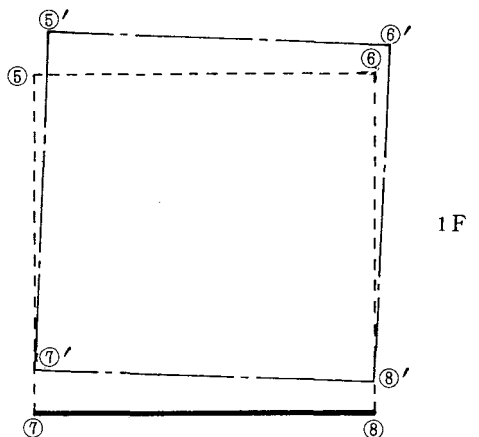
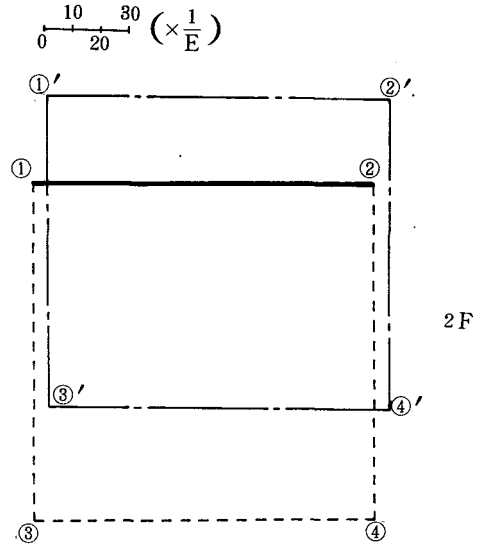


図-13

<参考文献>

- (1) 岩下恒雄：壁とスラブを含む架構の解析
日本建築学会論文報告集，第253号，昭和52年4月
- (2) 岩下恒雄，正野崎昭二，酒井直己：柱脚部に浮き上がりを生じた耐震壁の力学的性状
(その1：平面架構の場合)
日本建築学会大会学術講演梗概集，昭和52年10月
- (3) O. C. Zienkiewicz: The Finite Element Method in Structural and Continuum Mechanics.
- (4) 樗木 武：マトリックス構造解析法

(平成2年10月15日受付)

- 51 旅に出る様子で、その準備
で大騒ぎしている
「ゐて行くらむに」か
52 ちようど馬を求めていた時
53 で
54 田
55 絹布がほしいのですが、馬
が入用というのなら
56 地券など受けとって
57 半分を年貢米として取って
- 58 生活の資
59 豊かにくらした
60 あらたかである
- か
の
こ
と
な
れ
ば
、
そ
の
田
を
そ
の
わ
た
り
の
人
に
預
け
て
、
作
ら
し
め
て
、
半
ば
を
ば
取
り
て
、
そ
れ
を
便
り
と
し
て
世
を
過
す
に
、
便
り
、
た
だ
付
き
に
付
き
て
、
家
な
ど
ま
う
け
て
、
楽
し
く
ぞ
あ
り
け
る
。
そ
の
後
は
長
谷
の
観
音
の
御
助
け
な
り
と
知
り
て
、
常
に
参
り
け
り
。
⁵⁹
観
音
の
靈
驗
は
、
か
く
あ
り
が
た
き
こ
と
を
ぞ
示
し
給
ひ
け
る
と
な
む
、
語
り
伝
へ
た
る
と
や
。
⁶⁰

(平成二年一〇月一五日受付)

- 38 茫然とした様子で
39 手を打って、泣かんばかり
に残念がつて
40 別の駄馬
41 この馬を財物として献上さ
れたのだが
42 買値をつけず、いくらで
も買おう
43 その代価、絹一疋さえ受け
とらないうちに失ってしま
った
44 生き物というものは不思議
なものです
45 不明、「この布一むら取ら
せれば」（古本説話・宇
治拾遺）
46 思いがけず得をした
47 不思議なお告げ
48 この馬を生き返らせて下さ
い
49 もしかして、人が来はしま
いか
50 刻限のかわるまで

はむといひつれども、惜しんで持ち給へりつるほどに、その値一疋をだに取らずして止みぬ。皮をだに剥がばやと思へども、剥ぎても、旅にてはいかにかはせむと思ひて、守り立てるなり」と。⁴³

この男のいはく、「実にいみじき馬かなと見つるほどに、かく死ぬれば、命あるものは奇異なり。皮剥ぎても、たちまちに干し得難かりなむ。おのれはこの辺に住めば、皮を剥ぎて使ふべきことのあるなり。おのれに得させて、返り給ひぬ」といひて、この布⁴⁵「めを」はせれば、男、思はぬに所得したりと思ひて、思ひ返すこともやあると思へば、布を取りて、逃ぐるがごとくして走り去りぬ。

この死にたる馬買ひたる男の思はく、「我、観音の示現によりて、藁筋一つを取りて、柑子三つになりぬ。柑子また布三段になりぬ。この馬は仮に死にて、生き返りてわが馬となりて、布三段がこの馬にならむずるにや」と思ひて、買ふなるべし。さらば、男、手を洗ひ、口を漱ぎて、長谷の御方に向かひて、礼拝して、「もし、これ、御助けによるならば、速かにこの馬生けさせ給はらむ」と念ずるほどに、馬、目を見開きて、頭を持ち上げて、起きむとすれば、男、寄りて、手を係けて起し立てつ。うれしきこと限りなし。もし、人もぞ来ると思ひて、やうやく隠れたる方に引き入れて、時替るまで思ませて、もとのやうになりぬれば、人の家に引き入れて、布一段をもつて賤しの鞍に替へて、これに乗りて京の方に上るに、宇治のほどにて日暮れぬれば、人の家に留まりて、いま一段をもつて、馬草、わが糧になして、曙けぬれば、京へ上るに、九条わたりなる人の家を見るに、ものへ行かむずる様に、出で立ち騒ぐ。

男の思はく、「この馬を京にゐて行くらむと、もし、見知りたる人もありて、盗みたるといはれむもよしなし。されば、ここにて売らむ。出で立ちする所には、馬、要するものぞかし」と思ひて、馬より下りて、寄りて、「馬や買ふ」と問ひければ、馬を求むる間に、この馬を見るに、実によき馬にてあれば、喜びていはく、「ただ今、絹布などはなきを、この南の田居にある田と米少しとには替へてむや」と。男のいはく、「絹布こそは要には侍れども、馬の要あらば、ただ仰せに随はむ」と。されば、この馬に乗り試むるに、実に思ふ様なりければ、九条の田居の田一町、米少しに替へつ。

男、券などしたため取りて、京にはの知りたりける人の家に行き宿りて、その米を糧として、二月ば

24 歩き疲れて
25 もう死んでしまいそうだ
26 あわてふためいて
27 疲れはでて、気が遠くなっ
ていたが
28 目をさまさせて
29 いつものまにか気を失ってい
たのだなあ
30 その男が喜ぶようなことは
食物、日用品を入れた竹行
31 李、皮行李を積んだ馬
幕
32 主人にさしあげようとする
自分の志の一端を表わした
34 ものだ
35 午前八時頃
36 主語は、よき馬に乗りたる
者、「道を進みもやらず、
ゆっくり歩ませてくるのに
出会った」と同意
37 みるみるうちに死んでしま
った

がせむとする』といふ間に、この男、やはら歩が寄りたるに、「この辺近く、浄き水ある所知りたりや」と問へば、男のいはく、「近くは水候はず。ただし、いかなることの候ふにか」と。人々のいはく、「長谷に参らせ給ふ人の歩が極ぜさせ給ひて、御喉乾かせ給ひたれば、水を求むるなり」と。男のいはく、「おのれ、柑子三つを持たり。これ奉らむ」と。

その時に、主人は極して寝入りたるに、人、寄りて驚かして、「これなる男の、柑子を持たるを奉れるなり」といひて、柑子三つを奉れば、主人のいはく、「我は喉乾きて、すでに絶え入りたりけるにこそありけれ」といひて、柑子を食ひて、「この柑子なからましかば、旅の空にて絶え入り果てまし。きはめてうれしきことなり。その男はいづこにあるぞ」と問へば、「ここに候ふ」と答ふ。主人のいはく、「かの男のうれしと思ふばかりのことは、いかがすべき。食物などは持て来たるか。食はせてつかはせ」といへば、その由を男にいふに、旅籠馬、皮子馬などゐて来ぬ。すなわち、屏幔引き、畳敷きなどして、屋の食物ここに奉らむ。この男にも食はせれば、食ひつ。主人、この男に清き布を三段取り出して、賜ひていはく、「この柑子のうれしさは、いひ尽くすべくもなけれども、かかる旅にては、いかにかはせむとする。ただ、これは志の初めばかりを見するなり。京にはそこそこなむある。必ず参れ」とて、その所を去りぬ。

男、布三段を取りて、脇に挟んで、「囊筋一つが布三段になりぬること、これ観音の御助けなりけり」と、心のうちに喜びて行くほどに、その日暮れぬれば、道の辺なる人の小家に宿りぬ。

夜曙けぬれば、疾く起きて行くほどに、辰時ばかりに、よき馬に乗りたる者の、馬を愛しつ、道も行きやらず、ふるまはせて、あひたり。「実にめでたき馬かな」と見るほどに、この馬、俄かに倒れて、ただ死にに死ぬるを、主、我にもあらぬ気色にて下りて立てり。すなはち鞍下しつ。「これはいかがせむとする」といへども、かひなくて死に果てぬれば、手を打ちて、泣くばかり思ひて、賤しの馬のあるに鞍置き替へて、乗り去りぬ。従者一人を留めて、「これ引き隠せ」といひ置きたれば、男、死にたる馬を守り立てるに、この男、歩が寄りていはく、「これは、いかがなりつる馬の俄かに死ぬるぞ」と。答へていはく、「これは、陸奥国よりこれを財にて奉り給へるに、万の人、はしがりて、値も限らず買

- えて下さるのならば
 7 そうでない限りは
 8 死人の穢れ
 9 師の僧
 10 死人の穢れという一大事
 11 力を合わせて
 12 二十一日
 13 とばり、垂れ布
 14 いたわってくれた僧の部屋
 15 何気なく
 16 これが賜わり物なのか
 17 しかるべき身分の女
 18 引きかづくようにした
 19 それをもらってくれ
 20 若君がはしがっておられる
 21 から、さしあげよ
 22 殊勝にもよくさしあげたと
 23 いうことで
 檀紙
 身分よき人が、お忍びで

貧しき身なり。誰を師とせむ。ただ観音をたのみ奉りてあるなり。更に物食ふ所なし」と。寺の僧ども、これを聞きて、集まりていはく、「この人、ひとへに観音を恐喝し奉りて、更に寄る所なし。寺のために大事出で来なむとす。されば、集まりて、この人を養はむ」と定めて、かはるがはる物を食はすれば、それを食ひて、仏の御前を去らずして、昼夜に念じ入りて居たるに、三七日にもなりぬ。¹²
 その曙けぬる夜の夢に、御帳のうちより、僧、出でて、この男に告げて宣はく、「汝が前世の罪報をば知らずして、あながちに責め申すこと、きはめて当らず。しかれども、汝を哀れぶが故に、少しのこゝとを授けむ。されば、寺を出でむに、何物なりといふとも、ただ手に当らむ物を棄てずして、汝が賜はる物と知るべし」と宣ふ、と見て、夢さめぬ。¹⁴
 その後、哀れびける僧の房に寄りて、物を乞ひて、食ひて出づるに、大門にしてけつまづきて、うつぶしに倒れぬ。起き上る手に、不意ににぎられたる物あり。見れば、藁の筋なり。これを賜ふ物にてあるにやと思へども、夢をたのみて、これを棄てずして返るほどに、夜も曙けぬ。¹⁵
 しかる間、あぶ、顔の回りに飛ぶを、煩はしければ、木の枝を折りて掃ひ去れども、なほ同じやうに來れば、あぶを手に捕へて、腰をこの藁筋をもつて引きくくりて持たるに、あぶ、腰をくくられて飛び迷ふ。¹⁶
 しかる間、京より、さるべき女、車に乗りて参る。車の簾をうちまといて居たる児あり。その形美麗なり。児のいはく、「かの男、その持たる物は何ぞ。それ乞ひて得させよ」と。馬に乗りてある侍、來たりていはく、「かの男、その持たる物、若君の召すに、奉れ」と。男のいはく、「これは観音の賜ひたる物なれども、かく召せば、奉らむ」といひて渡したれば、いとあはれに奉りたりとて、「喉乾くらむ。これ食へよ」とて、大柑子三つを、かうばしき陸奥国紙につつみて、車より取らせれば、賜はりて、藁筋一つが大柑子三つになりぬることと思ひて、木の枝に結び付けて、肩にうちかけて行くほどに、品賤しからぬ人、忍びて、侍など具して、歩より長谷へ参るあり。²¹
 その人、歩み極めて、ただ疲れに疲れ居たるを、見れば、「喉乾く。水飲ませよ。すでに絶え入らむとす」といへども、供の人々、手を迷はして、近く水やあると騒ぎ求むれども、水なし。「これはいか

母だから、このように感じられたのだろう
ひどく衰弱して、危うい状態である。

かりける善知識かな』といひてぞ、僧都、涙を流して泣きける。その後、七七日の法事をたしかに修しをはりて、弟子引き具して、横川には返りたりける。
横川の聖人たちも、これを聞きて、あはれなりける親子の契りなりといひてぞ、泣く泣く貴びけるとなむ、語り伝へたるとや。

31 このように衰弱しておられたからでしょうか

32 「給ふ」(四段)は、源信の尼に対する尊敬語、「恋しく思いましたので」

33 主語は使、「使者に会いました」と同意

34 親子の縁が深く、ありがたいうことです

35 仏道を勧める導師のこと
36 ありがたい御仏の教え
37 仏道に導く善友

§ 6 (4) 葉しべ長者 (巻16第28話)

長谷に参る男、観音の助けによりて富を得るものがたり

1 若く身分の低い侍

2 長谷寺

3 わずかな物

4 こうしてこのままで

5 飢死

6 もしわずかなお恵みでも与

今は昔、京に父母妻子もなく、知りたる人もなかりける青侍ありけり。

長谷に参りて、観音の御前に向かひて、申していはく、「我、身貧しくして、一塵の便りなし。もし、この世にかくて止むべくば、この御前にして干死に死なむ。もし、自ら少しの便りをも与へ給ふべくば、その由を夢に示し給へ。さらさらむ限りは、更に罷り出でじ」といひて、うつぶし臥したり。

寺の僧ども、これを見て、「これはいかなる者の、かくては候ふぞ。見れば、物食ふ所ありとも見えす。もし、絶え入りなば、寺に穢れ出で来なむとす。誰を師とはするぞ」と問へば、男のいはく、「我、

- 29 28 27 26 25 24 23 22 21 20
- 罪障が消えるものではない
 ません
 「さはあれ」の略、まあ、
 いい
 主語は男、「文を持ってい
 る男に会った」と同意
 それは私のことだ
 尼君の筆跡ではなくて、つ
 かない代筆で
 この数日、何ということも
 なく風の病でもおこつたの
 かと
 最後の時になったので、も
 う一度お会いすることもな
 く終わるのかと思うと
 「給ふ」（四段）は、尼の
 源信に対する尊敬語、「恋
 しく思いますので」と同意
 妙に母を恋しく思ったのは、
 こういうことがあったから
 なのだ
 親子の縁は深いもの
 仏道に強く勧めて下さった
- あはれにおぼえて、さはれ、来たるべからずとは宣ひしかども、詣でむと思ひて、出で立ちて行くに、
 大和の国に入りて、道に、男、文を持ちて会へり。僧都、「いづくへ行く人ぞ」と問へば、男のいはく、
 「しかじかの尼君の、横川^{よかは}におはする子の御房^{ごぼう}のもとへ遣す文なり」といへば、「しかいふは、我なり」
 といひて、文を取りて、馬に乗りながら、行く行く開きて見れば、尼君の手にはあらで、賤^{あそ}しの様に書
 かれたり。胸塞^{ふた}がりて、いかなることのあるにかとおぼえて読めば、「日ごろ、何ともなく風の発^{おこ}りた
 るかと思ひつるに、年の高き氣にやあらむ、この二、三日弱くて、力なくおぼゆるなり。『申さざらむ
 限りは、出で給ふべからず』とは心強く聞こえしかども、限りの時になりぬれば、いま一度見たてまつ
 らでや止みなむすらむと思ふに、限りなく恋しくおぼえ給へば、申すなり。疾く疾くおはせ」と書きたる
 を見るに、怪しく心にかくおぼえつるは、かくありければこそありけれ。親子の契^とりはあはれること
 ととはいひながら、仏の道にあながちに勧め入れ給ふ母なれば、かくはおぼえけるなりけりと思ひつづ
 くるに、涙、雨のごとく落ちて、弟子なる学生^{がくしやう}ども、二、三人ばかり具したりければ、それらにも、「か
 かることのありければなりけり」といひて、馬を早めて行きければ、日暮れにぞ行き着きたりける。
 急ぎ寄りて見れば、むげに弱くなりて、たのもしげもなし。僧都、「かくなむ詣で来たる」と高やか
 にいへば、尼君、「いかで疾くはおはしつるぞ。けきの暁にこそ人は出だし立てつれ」と。僧都のいは
 く、「かくおはしければにや、近ごろ恋しくおぼえ給ひつれば、参りつるほどに、道にして使は会ひた
 りつる」と。尼君、これを聞きて、「あなうれし。死の時には会ひ給ふまじきにかとこそ思ひつるに、
 かくおはし会ひたること、契り深くあはれにもありけるかな」と氣の下にいへば、僧都のいはく、「念
 仏は申し給ふか」と。尼君、「心には申さむと思へども、力なきに合はせて、勧むる人のなきなり」と
 いへば、僧都、貴きことどもをいひ聞かせつつ念仏を勧むれば、尼君、ねんごろに道心を発して、念仏
 を一、二百返ばかり唱ふるほどに、暁方^{あかつきかた}になりて、消え入るやうにて失せぬれば、僧都のいはく、「我、
 来らざらましかば、尼君の臨終はかくはなからまし。我、親子の機縁深くして来たり合ひて、念仏を勧
 めて、道心を発して、念仏を唱へて失せ給ひぬれば、往生は疑ひなし。いはんや、我を聖の道に勧め給
 へる志によりて、かく終はりは貴くて失せ給ふなり。されば、親は子のため、子は親のために、限りな

- 5 学問修行する学僧
- 6 朱雀天皇第一皇女、昌子内親王のこと
- 7 法華經八巻を講説する法華八講のこと
- 8 御供物
- 9 初めていただいた物
- 10 あなたは光栄だと思ひでしようが
- 11 男子の成人の儀式、十二歳前後で行う
- 12 才徳をみがき
- 13 多武峰寺の増賀上人のこと
- 14 高貴な官方
- 15 まことに深く感激し、うれしく思っております
- 16 すぐれた善知識(仏道の導き手)
- 17 決して修行をおろそかにしてはなりません
- 18 それならば、ちょっと参りましょう
- 19 お会ひしたからといって、

聞こえし本意にはあらず。そこにはめでたく思はるるめども、¹⁰ 姫の心には違ひにたり。姫の思ひことは、女子はあまたあれども、男子はそこ一人なり。それを、¹¹ 元服をもせしめずして、比叡の山に上げければ、学問して、身の才よくありて、¹² 多武の峰の聖人のやうに貴くて、¹³ 姫の後世をも救ひ給へと思ひしなり。それに、かく名僧にて、はなやかに歩き給はむは、本意に違ふことなり。我、年老いぬ。生きたらむほどに、聖人にしておはせむを、心安く見置きて死なばやとこそ思ひしか。と書きたり。

僧都、これを開きて見るにも、涙を流して、泣く泣く、すなはちまた、¹⁴ 返り事を遣りていはく、「源信は、さらに名僧せむの心なし。ただ、尼君の生き給へる時、かくのごとく、やむごとなき宮ばらの御八講などに参りて、聞かせたてまつらむと思ふ心深くして、¹⁵ 急ぎ申しつるに、かく仰せられたれば、きはめてあはれにかなしくて、うれしく思ひたてまつる。されば、仰せに随ひて、山籠りを始めて、聖人にならむ。『今は会はむ』と仰せられむ時にぞ参るべき。さらざらむ限りは、山を出つべからず。ただし、母と申せども、¹⁶ きはめたる善人にこそおはしませしけれ」と書きて遣りつ。

その返り事にいはく、「今なむ胸落ち居て、冥途も安くおぼゆる。返す返すうれしく思ひ聞こゆ。¹⁷ ゆめゆめおろそかにおはすべからず」と。僧都、これを見て、この二度の返り事を法文の中に巻き置きて、時々取り出して、見つぞ泣きける。

かく山に籠りて、六年は過ぎぬ。

七年といふ年の春、母のもとにいひやりていはく、「六年はすでに山籠りにて過ぎぬるを、久しく見たてまつらねば、恋しくや思しめす。さば、¹⁸ あからさまに詣でむ」と。

返り事にいはく、「げに恋しくは思ひ聞こゆれども、¹⁹ 見聞こえむにやは罪は減びむずる。なほ山籠りにておはせむを聞かむのみぞうれしかるべき。これより申さざらむ限りは、出で給ふべからず」と。僧都、これを見て、この尼君は、ただ人にもなき人なりけり。世の人の母は、かくいひてむや、と思ひて過すほどに、九年になりぬ。

告げざらむ限りは来たるべからずといひ遣せたりしかども、怪しく心細く思ひて、母の俄かに恋しくおぼえければ、もし、尼君の失せ給ふべき時の近くなりたるか。また、わが死ぬべきにやあらむと、

てくださったおかげで

34 浄土に行き

35 人間界の上にある欲界六天

のうち、下から二番目の天

36 欲界六天のうち、下から四

番目の天

37 喜び、感激して

38 効験の著しいことは不思議

なくらいである

39 老僧の慈悲心もまれに見る

りっぱなものだ

40 前世のよき仏縁による

41 前世からの因縁

聞く人、みな法華經を仰ぎ信じて、書写し誦誦しけり。また、老僧の心ありがたし。それも、前生の善知識の至す所にこそあらめ。これを思ふに、かの悪女の、僧に愛欲を發せるも、みな前生の契りにこそあらめ。

されば、女人の悪心の猛きこと、すでにかくのごとし。これによりて、女に近づく事を、仏、あながちに戒め給ふ。これを知りて、止むべきなりとなむ、語り伝へたとや。

42 強く

43 仏の戒めをよくわきまえて、

女人に近づくことをやめる

べきだ

§ 5 (3) 源信僧都の母（卷15第39話

源信僧都の母の尼、往生のものがたり）

1 比叡山三塔の一、慈覚大師

の創建

2 恵心僧都のこと、浄土教を

主唱した

3 奈良県北葛城郡

4 天台宗総本山延暦寺

今は昔、横川の源信僧都は、大和の国葛下の郡の人なり。幼くして比叡の山に登りて、学問して、やむごとなき学生になりければ、三条の太后の宮の御八講に召されにけり。八講をはりて後、給はりたりける捧物の物どもを少し分けて、大和の国にある母のもとに、「かくなむ後の宮の御八講に参りて、給はりたる。初めたる物なれば、まづ見せたてまつるなり」とて遣りたれば、母の返事にいはく、「遣せ給へる物どもは、喜びて給はりぬ。かくやむごとなき学生になり給へるは、限りなく喜び申す。ただし、かやうの御八講に参りなどして行き給ふは、法師になし

20 釣鐘の頂部にある龍頭形の
つり手
21 一時は二時間、ここはおよ
そ四、五時間か
22 全く近づくことができない
さえも
23 安居修行を積んだ上席の僧
24 まっすぐに来て
25 とらわれて
26 むくつけき、汚れた蛇身と
27 なって
28 特別に、広大無辺な慈悲心
を起こし、身心を淨めて
29 法華經二十八品のうち第十
六品、釈迦が不可思議な仏
であることを説く
30 仏道心
31 私財を投じて
32 多くの僧を招き、一日の法
会を営んで
33 あなたが清浄なる善行をし

しばらくありて、大蛇、この寺に追ひ来たりて、門を閉ぢたりといへども、超えて入りて、堂を廻ること、一、兩度して、この僧を籠めたる鐘の戸のもとに至りて、尾をもって扉を叩くこと、百度ばかりなり。遂に扉を叩き破りて、蛇入りぬ。鐘を巻きて、尾をもって龍頭を叩くこと、二時、三時ばかりなり。寺の僧ども、これを恐るといへども、怪しんで、四面の戸を開きて、集まりて、これを見るに、毒蛇、兩の眼より血の涙を流して、頸を持ち上げて、舌嘗めずりをして、もとの方に走り去りぬ。寺の僧ども、これを見るに、大鐘、蛇の毒熱の氣に焼かれて、炎盛りなり。敢へて近づくべからず。されば、水をかけて、鐘を冷やして、鐘を取り去けて、僧を見れば、僧、みな焼け失せて、骸骨なほし残らず。わづかに灰ばかりあり。老僧、これを見て、泣き悲しんで返りぬ。

その後、その寺の上臈たる老僧の夢に、前の蛇よりも大きに増れる大蛇、直ちに來て、この老僧に向かひて、申していはく、「我はこれ、鐘の中に籠め置かれし僧なり。悪女、毒蛇となりて、遂にその毒蛇のために領せられて、我、その夫となれり。つたなく穢なき身を受けて、苦を受くること量りなし。今、この苦を抜かむと思ふに、わが力さらに及ばず。生きたりし時に、法華經を持ちきといへども、願はくは、聖人の広大の恩徳を蒙りて、この苦を離れむと思ふ。ことに、無縁の大慈悲の心を発して、清淨にして、法華經の如来寿量品を書写して、我ら二つの蛇のために供養して、この苦を抜き給へ。法華の力にあらずば、いかでか免るることを得む」といひて返り去りぬ、と見て、夢さめぬ。

その後、老僧、このことを思ふに、たちまちに道心を発して、自ら如来寿量品を書写して、衣鉢を投げて、もろもろの僧を請じて、一日の法会を修して、二つの蛇の苦を抜かむがために供養したてまつりつ。その後、老僧の夢に、一人の僧、一人の女あり。みな笑みを含みて、喜びたる気色にて、道成寺に來たりて、老僧を礼拝していはく、「君の清浄の善根を修し給へるによりて、我ら二人、たちまちに蛇身を棄てて、善所におもむき、女は忉利天に生まれ、僧は都率天に昇りぬ」と。かくのごとく告げをはりて、おのおの別れて、空に昇りぬ、と見て、夢さめぬ。

その後、老僧、喜びかなしんで、法華の威力をいよいよ貴ぶこと限りなし。まことに、法華經の靈驗掲焉なること不可思議なり、新たに、蛇身を棄てて、天上に生まるること、偏に法華の力なり。これを見

- 6 熊野権現の社前
 7 おたがいに権現の罰を蒙らねばならないだろう
 8 きっぱりと拒絶した
 9 悩まし惑わせ
 10 なだめすかして
 11 お灯明、お供え物を供えて
 12 帰途
 13 全く余念なく
 14 これこれの
 15 くやしがつて
 16 一尋は約一・五メートル、ここでは七メートル余りの大蛇
 17 帰途の道に沿うて走って行く
 18 自然に告げ知らせる人があつて
 19 和歌山県日高郡川辺町にある天台宗、日高寺

「我、宿願あるによりて、日ごろ、身心精進にして、遙かの道を出で立ちて、権現の宝前に参るに、たちまちにここにして願を破らむ、たがひに恐れあるべし。されば、すみやかに、君、この心を止むべし」といひて、あながちに辞ふ。女、大きに恨みて、終夜、僧を抱きて擾乱し、戯るといへども、僧、さまさまの言をもつて、女を誘へていはく、「我、君のたまふこと、辞ふるにはあらず。されば、今、熊野に参りて、兩、三日に、御明、御幣を奉りて、還向のついでに、君のたまはむことに随はむ」と約束をなしつ。女、約束をたのみて、もとの所に返りぬ。夜明けぬれば、僧、その家を立ちて、熊野に参りぬ。

その後、女は約束の日を計へて、さらに他の心なくして僧を恋ひて、もろもろの備へをまうけて待つに、僧、還向のついでに、かの女を恐れて寄らで、忍びて他の道より逃げて過ぎぬ。女、僧の遅く来たるを待ちわづらひて、道の辺に出でて、往還の人に尋ね問ふに、熊野より出づる僧あり。女、その僧に問ひて言はく、「その色の衣着たる、若く、老いたる二人の僧は還向やしつる」と。僧のいはく、「その二人の僧は、早く還向して、兩、三日になりぬ」と。女、このことを聞きて、手を打ちて、すでに他の道より逃げて、過ぎにけりと思ふに、大きに怒りて、家に返りて、寢屋に籠り居ぬ。音せずしてしばらくありて、すなはち死ぬ。

家の従の女ら、これを見て、泣き悲しむほどに、五尋ばかりの毒蛇、たちまちに寢屋より出でぬ。家を出でて道におもむく。熊野より還向の道のごとく走り行く。人、これを見て、大きに恐れをなしぬ。かの二人の僧、前立ちて行くといへども、おのづから人ありて告げていはく、「この後に奇異のことあり。五尋ばかりの大蛇出で来て、野山を過ぎ、疾く走り来たる」と。二人の僧、これを聞きて思はく、「定めて、この家主の女の、約束を違へぬるによりて、悪心を発して、毒蛇となりて、追ひて来たるならむ」と思ひて、疾く走り逃げて、道成寺といふ寺に逃げ入りぬ。

寺の僧ども、この僧どもを見ていはく、「何事によりて走り来たるぞ」と。僧、この由を具さに語りて、助くべき由をいふ。寺の僧ども、集まりて、この事を議して、鐘を取り下して、この若き僧を鐘の中に籠めすゑて、寺の門を閉ちつ。老いたる僧は、寺の僧に具して隠れぬ。

20 あたり一面ざわつき、大きな音が響いた
21 大空がまっ暗になって
22 震動し始めた
23 これはどうしたことだ
24 逃げだせた者
25 行方も分らず
26 取りおさめる
27 前もって
28 逃げる事ができず

§ 4
(2) 道成寺

(巻14第3話

紀伊国の道成寺の僧、法華を写して蛇を救ふものがたり)

1 和歌山県にある熊野三山のこと、本宮、新宮、那智かなりなり、平安中期以降、熊野詣でが盛んになった
2 ひとり身の女
3 手厚くもてなした
4 揺り起こす
5 私を哀れと思ってください

21 22 23 24 25 26 27 28
どに、虚空、つつ暗みになりて、奇異に恐ろしげなり。
しかるに、この山動き立ちたり。「これはいかに、いかに」といひののしり合ひたるほどに、山はただ崩れに崩れ行く。その時に、「嫗、実をいひけるものを」などいひて、たまたまに逃げ得たる輩ありといへども、祖の行きけむ方を知らず、子の逃げむ道を失へり。況んや、家の財、物の具知ることなくして、音を挙げて叫び合ひたり。この嫗ひとり、子、孫引き具して、家の物の具ども一つ失ふことなくして、兼ねて逃げ去りて、他の里に静かに居たりけり。このことを咲ひし者どもは、逃げあへずして、皆死にけり。

しかれば、年老いたらむ人のいはむことをば、信すべきなり。かくて、この山皆崩れて、海になりにけり。奇異のこととなりとなむ語り伝へたとや。

今は昔、熊野に参る二人の僧ありけり。一人は年老いたり。一人は年若くして、形貌美麗なり。牢妻の郡に至りて、人の屋を借りて、二人ともに宿りぬ。

その家の主、寡にして若き女なり。女の従者、二、三人ばかりあり。この家主の女、宿りたる若き僧の美麗なるを見て、深く愛欲の心を発して、ねんごろにいたはり養ふ。しかるに、夜に入りて、僧ども、すでに寝ぬる時に、夜半ばかりに、家主の女、ひそかにこの若き僧の寝たる所に這ひ至りて、衣をうち覆ひて並び寝て、僧を驚かす。僧、驚きさめて、恐れ迷ふ。女のいはく、「わが家には、さらに人をば宿さず。しかるに、今夜、君を宿すことは、昼、君を見はじめつる時より、夫にせむと思ふ心深し。されば、君を宿して、本意を遂げむと思ふによりて、近づき来たるなり。我、夫なくして寡なり。君、あはれと思ふべきなり」と。僧、これを聞きて、大に驚き恐れて、起き居て、女に答へていはく、

9 「すら」に同じ
10 「すら」に同じ
11 「故」か？

12 死んだりするといけないか
らと思つて
13 ばかにし、嘲笑して
14 もちろんですとも

15 きつと崩れることだろうよ
16 翌日
17 びっくりし、ころがるよう
にして
18 生きながらえなさい
19 村中に告げまわつて

この若き男ども、嫗に問ひてはいはく、「嫗は、何の心ありて、我らが若きそら、冷まむがために来た⁹るそら、なほ苦しきに、冷まむがためなりと思へども、冷むこともなし。また、することもなきに、老いたる身に、日毎に上り下るるぞ。極めて怪しきことなり。この¹¹□知らしめ給へ」と。嫗のいはく、「この比の若き人は、げに怪しと思すらむ。かくの如く来たりて、卒堵婆を見ることは、近來のことにあらず。我、ものの心知り初めてより後、この七十余年、日毎にかく上りて見るなり」と。男どものいはく、「しかれば、『その故を知らしめ給へ』といふなり」と。嫗のいはく、「おのれが父は百二十にてなむ死にし。祖父は百三十にてなむ死にし。また、それが父や祖父などは、二百に余りてなむ死にけり。それらがいひ置きけるとて、『この卒堵婆に血の付かむ時ぞ、この山は崩れて、深き海となるべき』と父の申し置きしかば、麓に住む身にて、山崩れば、打ち襲はれて死にもぞするとて、もし血付かば、逃げて去らむと思ひて、かく日毎に卒堵婆を見るなり」と。

男ども、これを聞きて、嗚呼つき、嘲りて、「恐しきことかな。崩れむ時は告げ給へ」といひて咲ひけるをも、嫗、我を咲ひいふとも心得で、「さらなり。いかでか、我ひとり生かむと思ひて、告げ申さざらむ」といひて、卒堵婆をめぐり見て、返り下りぬ。

その後、この男どものいはく、「この嫗は今日は来たらじ。明日ぞまた来たりて、卒堵婆を見むに、怖して走らしめて、咲はむ」といひ合はせて、血を出して、この卒堵婆に塗り付けて、男どもは返りて、里の者どもに語りてはいはく、「この麓なる嫗の、日毎に上りて、峰の卒堵婆を見るが怪しければ、その故を問ふに、しかしかなむいひつれば、明日怖して走らしめむとて、卒堵婆に血をなむ塗りて下りぬ」と。里の者ども、これを聞きて、「さぞ崩れなむものか」などいひ咲ふこと限りなし。

嫗、またの日上りて見るに、卒堵婆に濃き血多く付きたり。嫗、これを見て、迷ひ倒れて、走り返りて、叫びてはいはく、「この里の人、速かにこの里を去りて、命を生くべし。この山、たちまちに崩れて、深き海となりなむとす」かくのごとく普く告げめぐらして、家に帰り来たりて、子、孫に物の具どもを荷ひ持たしめて、その里を去りぬ。これを見て、血を付けし男ども、咲ひののしり合ひたるほどに、そのこととなく世界さざめき、ののしり合ひたり。風の吹き出づるか、雷の鳴るかなと思ひて、怪しぶは

(17) 羅城門らしやうもん

(卷29第18話 羅城門にて上層に登り、死人を見るものがたり)

(18) 好色

(卷30第1話 平定文、本院の侍従に仮借するものがたり)

(19) 葦刈り

(卷30第5話 身貧しき男の去りし妻、摂津守の妻となるものがたり)

(20) 姨母棄て

(卷30第9話 信濃国の姨母棄て山のものがたり)

§ 3
(1) 卒堵婆そとば

(卷10第36話 嫗、日毎に卒堵婆に血の付くるを見るものがたり)

1 中国

2 諸本欠字

3 諸本欠字

4 高い石塔

5 気象も悪く

6 深くは

7 わけ

8 卒堵婆をまわってみる挙動が不審だったので

今は昔、震旦しんだんの□の代に、□州しゅうといふ所に大きな山あり。その山の頂に卒堵婆そとばあり。その山の麓に里あり。その里に一人の嫗おきな住む。年八十ばかりなり。その嫗、日に一度必ずその山の頂にある卒堵婆を上りて拝みけり。大きに高き山なれば、麓より峰へ昇るほど、峻しく、⁵気悪しくして道遠し。けれども、雨降るとても障らず、風吹くとても止まず、雷電すとても恐れず。冬の寒く凍れるにも、夏の熱く堪へ難きにも、一日を欠かさず、必ず上りて、この卒堵婆をがみけり。

かくの如くすること年来になりぬ。人、これを見て、⁶強ちにその本縁を知らず。⁷ただ卒堵婆をがむなめりと思ふ程に、夏極めて熱き頃、若き男、童子等、この山の峰に上りて、卒堵婆のもとに居て冷む間、この嫗、腰は二重なるものの、杖にかかりて汗をのごひつ。⁸卒堵婆のもとに上り来たりて、卒堵婆をめぐりて見れば、ただ、卒堵婆をめぐり奉るなめりと思ふに、卒堵婆をめぐるこの怪しければ、この冷む者ども、一度にもあらず、度々これを見てはいく、「この嫗は、何の心ありて、苦しきに、かくの如くはするにかあらむ。今日来たらば、このこと問はむ」といひ合はせける程に、常のことなれば、嫗、這ふ這ふ上りになり。

- (6) 往生絵巻
 (巻19第14話 讃岐国多度の郡の五位、法を聞きて即ち出家するものがたり)
- (7) 初恋
 (巻22第7話 高藤内大臣のものがたり)
- (8) 保昌と袴垂
 (巻25第7話 藤原保昌朝臣、盗人袴垂にあふものがたり)
- (9) 馬盗人
 (巻25第12話 源頼信朝臣の男、頼義、馬盗人を射殺すものがたり)
- (10) 猿神
 (巻26第8話 飛驒国の猿神、生贄を止むるものがたり)
- (11) 芋粥
 (巻26第17話 利仁將軍、若き時、京より敦賀へ五位をゐて行くものがたり)
- (12) 浅茅が宿
 (巻27第24話 人の妻、死にて後、もとの形となりて、旧夫に会ふものがたり)
- (13) 稻荷詣で
 (巻28第1話 近衛舎人どもの稻荷詣でに、重方、女にあふものがたり)
- (14) 鼻
 (巻28第20話 池尾の禪珍内供の鼻のものがたり)
- (15) 受領根性
 (巻28第38話 信濃守藤原陳忠、御坂に落ち入るものがたり)
- (16) 女盗賊
 (巻29第3話 人に知られざる女盗人のものがたり)

三 本書は、底本にならって、漢字平仮名交り文を使用した。底本の漢字はできるだけ常用漢字に改め、句読点も分りやすく打ちかえた。

四 本書の頭注はできるだけ簡略にした。参照した書物は、主に、日本古典文学大系「今昔物語集」(山田孝雄他、岩波書店)、日本古典文学全集「今昔物語集」(馬淵和夫他、小学館)、日本古典集成「今昔物語集」(阪倉篤義他、新潮社)、日本古典全書「今昔物語」(長野誉一、朝日新聞社)、東洋文庫「今昔物語集」(永積安明他、平凡社)、完訳日本の古典「今昔物語集」(馬淵和夫他、小学館)、角川文庫「今昔物語集」(佐藤謙三、角川書店)等である。

五 本書は、高専生、大学教養部生、大学受験生の古典講読用テキストとして編さんしたものが、一般の古典文学愛好家の方々にも楽しく味読していただけるよう配慮した。

§2 目次

- (1) 卒堵婆そとば
(巻10第36話 姫おうな、日毎ひごとに卒堵婆そとばに血の付くるを見るものがたり)
- (2) 道成寺だうじやうじ
(巻14第3話 紀伊国の道成寺だうじやうじの僧、法華を写して蛇を救ふものがたり)
- (3) 源信僧都の母げんしんそうづ
(巻15第39話 源信僧都げんしんそうづの母の尼、往生のものがたり)
- (4) 薬しべ長者わら
(巻16第28話 長谷はせに参る男、観音の助けによりて富を得るものがたり)
- (5) 六の宮の姫君
(巻19第5話 六の宮の姫君の夫、出家のものがたり)

今昔物語集傑作選 (一)

(國語)

大

林

潤

Fine Stories from *Konjakumonogatari* (No. 1)

Jun ŌBAYASHI

This paper is an annotation from *Konjakumonogatari*, which I have chosen as teaching materials. I have chosen twenty fine stories from this work. In this paper, four of these twenty stories are annotated: A Stupa, Dōjōzi temple, Mother of Gen-shinsōzu, and Warashibe-choja.

§ 1 凡例

- 一 本書は、「今昔物語集」の中から、後代にも広く流布された傑作短編二十編を選んで編さんしたものである。
- 二 本書は、日本古典全書本(底本、攷証今昔物語集本)を底本にして、できるだけ読みやすい本文にしたものである。

編 集 委 員

川	尻	武	信
茶	木	正	吉
野	原		稔
横	瀬	義	雄
竹	村	和	夫
篠	部		裕

呉工業高等専門学校

研 究 報 告

第26巻 第2号 (1991)

(通 巻 第47号)

平成3年2月 印刷

平成3年2月 発行

編集者
発行者

呉工業高等専門学校

〒737 呉市阿賀南2丁目2-11

電話 (0823)71-9121(代)

印刷所

たくみ印刷株式会社

〒733 広島市西区井口明神

2丁目1-21

電話 (082) 278-2111

MEMOIRS OF THE KURE NATIONAL COLLEGE OF TECHNOLOGY

Vol. 26, No.2 (Consecutive No.47)
February, 3rd Year of Heisei (1991)

CONTENTS

1 . On Fragility of Human Mind —Seen in the People in <i>An Outcast of the Islands</i> —	Tatsuo TANABE	1
2 . A Study of the Teaching of Phrasal Verbs.....	Takenobu KAWAJIRI	15
3 . The Influence of the Optical Excitation on the Positive Column Plasma of a Neon Glow Discharge.....	Tsutomu YAMAZAKI	21
4 . Research Study on Mountainside Slope Disaster in July 1988 at Kake chō in Hiroshima Prefecture.....	Shigehisa KOBORI	35
5 . On the Level Stiffness of Three-Dimensional Frame with Shear Wall.....	Shōji SHŌNOZAKI	47
6 . Fine Stories from Konjakumonogatarishu(No. 1)	Jun ŌBAYASHI	53